NOVA

4

DEEL B

VMBO-B

LEERWERKBOEK

NASK 1

MALMBERG

NOVA

NASK 1

4 VMBO-B DEEL B

Auteurs

J. van Gemert

T. Jacobs

L. Pijnappels

Met medewerking van

M. Hordijk

Vierde editie

MALMBERG ’s-Hertogenbosch

www.nova-malmberg.nl

Voorwoord

Dit boek gebruik je bij het vak *natuur- en scheikunde* (nask-1 natuurkunde). In dit boek kom je meer te weten over *elektrische energie en veiligheid*, over *geluid*, over *stoffen en materialen* en over *verkeer en veiligheid*. Het is leuk en spannend om hier meer over te leren. Dit boek helpt je daarbij.

De lesmethode
Nova bestaat uit *leerwerkboeken*, *digitaal materiaal* en *uitwerkingenboeken*.

In de leerwerkboeken vind je alle leerstof die je moet leren, afgewisseld met vragen. Sommige antwoorden vind je letterlijk in de tekst. Je schrijft al je antwoorden en uitwerkingen in het leerwerkboek.
Aan het einde van elke paragraaf staat *Onthouden!*. Daarin staan de belangrijkste dingen uit de paragraaf. Aan het einde van ieder hoofdstuk staat een *Test jezelf*. Die bevat ook opgaven van schoolexamens of schriftelijke examens van vorige jaren. Ook in *Examen doen* staan er voorbeelden van recente examenopgaven. Hiermee kun je kijken of je de stof goed genoeg kent. Dat is handig als je een proefwerk of SO (schriftelijke overhoring) moet voorbereiden.

De opgaven
Er zijn verschillende soorten opgaven.
Soms moet je kiezen uit twee mogelijkheden, bijvoorbeeld GOED | FOUT. Je streept dan het foute antwoord door: GOED | ~~FOUT~~ of ~~GOED~~ | FOUT.
Bij meerkeuzevragen moet je kiezen uit twee, drie of vier antwoorden. Je maakt dan het hokje voor het goede antwoord helemaal blauw of zwart: ■ of je zet een kruisje in het goede vakje: ☒.
Soms moet je zelf een antwoord opschrijven. Doe dat kort maar wel duidelijk.
Soms moet je iets uitrekenen met behulp van een formule. Schrijf dan eerst de formule op. Daarna schrijf je de berekening op en dan het antwoord. Schrijf ook altijd de juiste eenheid achter het antwoord.
Voor sommige opgaven staat een plus (+). Die vragen kun je maken als je de meeste gewone vragen gemakkelijk kunt beantwoorden.

De proeven
Bij de proeven ga je zelf dingen doen en ontdekken. Daardoor leer je over natuurkundige en scheikundige onderwerpen. Je leert ook hoe apparaten werken. Let goed op wanneer je leraar een proef voordoet in de klas, want jij moet daarna zelf de vragen in je boek beantwoorden.
Soms moet je iets tekenen. Gebruik dan altijd een potlood en een liniaal of geodriehoek.

We wensen je veel plezier bij het werken met dit boek!
De schrijvers

Inhoudsopgave

5 Elektrische energie en veiligheid

Inhoud

Startvraag

Schrijf drie veiligheidsmaatregelen op van de elektrische installatie in een huis.

____

____

____

____

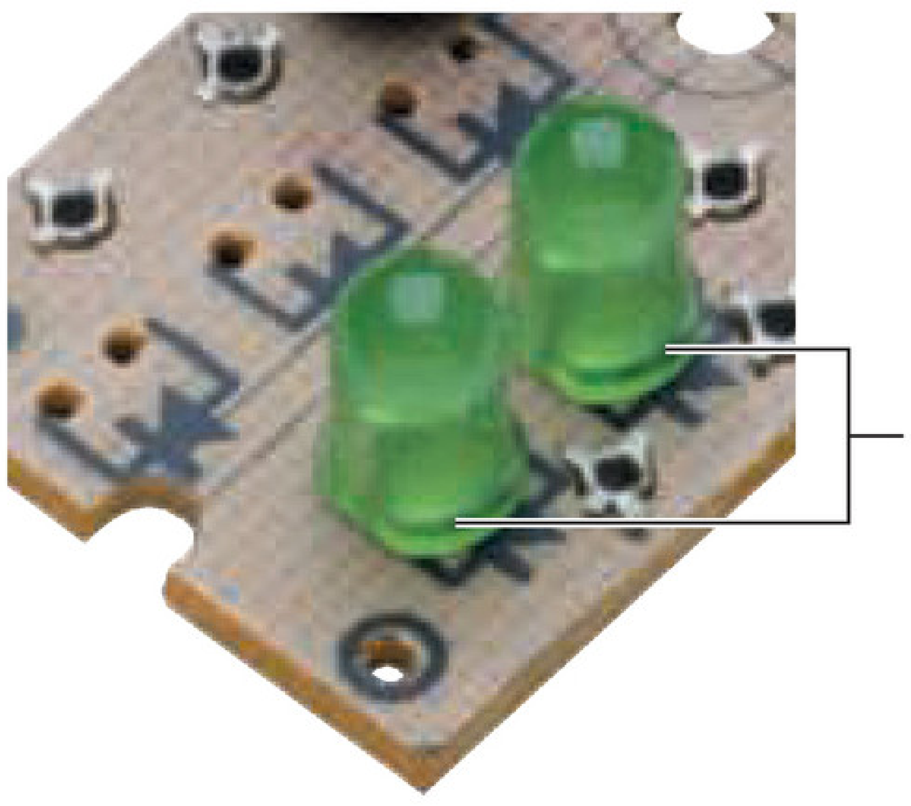
____

1 Energieverbruik

Elektrische energie gebruik je bijna overal en iedere dag. Die energie komt bijvoorbeeld uit batterijen, zonnecellen of het stopcontact.

Vermogen

Een elektrisch apparaat dat aanstaat, gebruikt elektrische energie. Niet alle apparaten gebruiken evenveel energie. Een led verbruikt weinig energie en heeft dus een klein vermogen (afbeelding 1). Het **vermogen** van een apparaat is het energieverbruik per seconde. Schijnwerpers bij een voetbalveld hebben een groot vermogen (afbeelding 2).



▲ **afbeelding 1**
Het vermogen van een led is klein.

▲ **afbeelding 2**
Het vermogen van de schijnwerpers bij een voetbalveld is groot.

Het vermogen reken je uit met de formule:

vermogen = spanning × stroomsterkte

Deze formule staat in Binas in tabel 10 *Elektriciteit*.

De spanning moet je invullen in volt (V).
De stroomsterkte moet je invullen in ampère (A).
Je berekent dan het vermogen in **watt** (**W**).

Bij een kleine stroomsterkte reken je met milli-ampère (mA).
Je vindt dan het vermogen in milliwatt (mW).
1 W = 1000 mW
1 mW = 0,001 W

Is het vermogen groot, dan gebruik je kilowatt (kW):
1 kW = 1000 W
1 W = 0,001 kW

Voorbeeld 1
Over een led staat een spanning van 1,6 V. De stroomsterkte is 12 mA. Bereken het vermogen van de led.

Schrijf de formule op en vul de getallen in.
vermogen = spanning × stroomsterkte
vermogen = 1,6 V × 12 mA
vermogen = 19,2 mW

Voorbeeld 2
In een schijnwerper bij een voetbalveld zit een halogeenlamp. De spanning op de lamp is 230 V. De stroomsterkte is 8,7 A. Bereken het vermogen van de lamp.

vermogen = spanning × stroomsterkte
vermogen = 230 V × 8,7 A
vermogen = 2000 W = 2 kW

Opgaven

1 Vul in:

2,6 W = ______________ mW   8000 mW = ________________ W

7 W = ______________ mW   400 mW = ________________ W

15 W = ______________ mW   3500 mW = ________________ W

2 Op het typeplaatje van een strijkijzer staat 1200 W.
Wat betekent dit?
☐ A Het strijkijzer verbruikt 1 W elektrische energie in 1200 seconden.
☐ B Het strijkijzer verbruikt 1 W elektrische energie in 12 minuten.
☐ C Het strijkijzer verbruikt 1200 W elektrische energie in 1 seconde.
☐ D Het strijkijzer verbruikt 1200 W elektrische energie in 1 uur.

3 De batterij van de tuinverlichting wordt opgeladen met zonnecellen (afbeelding 3).
Als het donker is, werkt de tuinverlichting op de spanning van de oplaadbare batterij (1,2 V). Hierbij is de stroomsterkte 60 mA.
Bereken het vermogen van de tuinverlichting in mW.
Schrijf eerst de formule op en vul daarna de getallen in.

vermogen = ______________________ × ______________________

vermogen = _______ V × _______ mA

vermogen = _______ mW

▲ **afbeelding 3**
tuinlamp
met zonnecellen

4 Vul in:

16 kW = ____________ W 3200 W = ________________ kW

0,8 kW = ____________ W 1500 W = ________________ kW

2,4 kW = ____________ W 750 W = ________________ kW

5 Een tosti-apparaat is aangesloten op een spanning van 230 V.
De stroomsterkte door het apparaat is 4,5 A.
Bereken het vermogen van het apparaat.

vermogen = _____________________ × _____________________

vermogen = __________ V × __________ A

vermogen = __________ W

6 In afbeelding 4 zie je een boormachine en het typeplaatje van de boormachine.
Bekijk het typeplaatje en vul in:
De spanning waarop de boormachine wordt aangesloten,

is __________.

De boormachine werkt op WISSELSPANNING / GELIJKSPANNING.

Het vermogen van de boormachine is ___________.

▲ **afbeelding 4**
een boormachine en het typeplaatje van de boormachine

7 Zoek het vermogen en de spanning op het typeplaatje van de boormachine.
Bereken hiermee de stroomsterkte van de boormachine.
Rond af op één cijfer achter de komma.
Gebruik de formule:
stroomsterkte = vermogen : spanning

stroomsterkte = ________ W : ________ V

stroomsterkte = ________ A

8 In afbeelding 5 zie je een mixer en het typeplaatje van de mixer.
Bekijk het typeplaatje en vul in:
De laagste spanning waarop je de mixer mag aansluiten

is __________.
De hoogste spanning waarop je de mixer mag aansluiten

is __________.
De mixer werkt op WISSELSPANNING / GELIJKSPANNING.

Het vermogen van de mixer is ___________.

▲ **afbeelding 5**
een mixer en het typeplaatje van de mixer

9 De mixer van afbeelding 5 wordt aangesloten op een spanning van 230 V.
Bereken de stroomsterkte door de mixer. Rond af op één cijfer achter de komma.
Schrijf eerst de formule op.

stroomsterkte = ______________________ : ______________________

stroomsterkte = __________ W : __________ V

stroomsterkte = __________ A

10 Je hebt geleerd dat 1 W = 1000 mW.
Voor de stroomsterkte geldt: 1 A = 1000 mA (milli-ampère).
Vul in:

2 A = ______________ mA   4000 mA = _________________ A

3,5 A = ______________ mA   4500 mA = _________________ A

18 A = ______________ mA   700 mA = _________________ A

11 In de videocamera van Eric zit een batterij met een spanning van 9 V.
Als de camera opneemt, is de stroomsterkte 0,2 A.
Bereken het vermogen van de camera.
Schrijf eerst de formule op (zie Binas tabel 10).

vermogen = ______________________ × ______________________

vermogen = __________ V × __________ A

vermogen = __________ W

12 Bereken het vermogen in mW van de camera uit opgave 11.

0,2 A = ________ mA

vermogen = ______________________ × ______________________

vermogen = __________ V × ________ mA

vermogen = __________ mW

13 Controleer of de uitkomsten van opgave 11 en 12 gelijk zijn.

1,8 W = __________ mW

1800 mW = _______ W

De uitkomsten van vraag 11 en 12 zijn WEL / NIET gelijk.

+14 Amber gebruikt een adapter om batterijen op te laden. De adapter kan per batterij een vermogen leveren van 0,24 W. De capaciteit van de batterij is 1200 mAh. De batterijen hebben een spanning van 1,2 V.
Hoelang duurt het voordat één lege batterij helemaal is opgeladen?
Vul in en reken uit:

Het vermogen is 0,24 W = ________________ mW.
laadstroom = vermogen : spanning

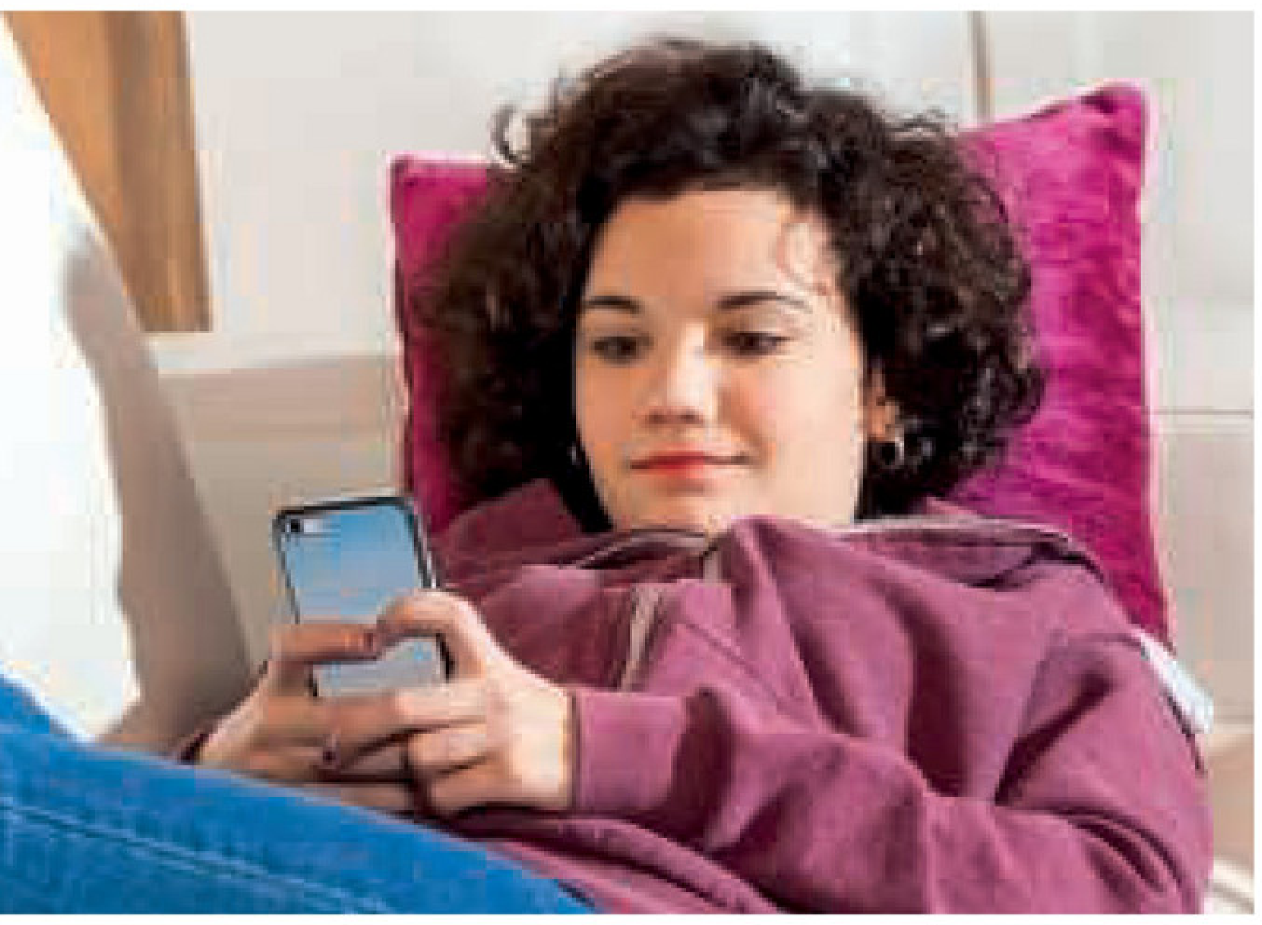
laadstroom = ________________ mW : ________________ V

laadstroom = ________________ mA

tijd = capaciteit : stroomsterkte (laadstroom)

tijd = ________________ mAh : ________________ mA

tijd = ________________ uur



▲ **afbeelding 6**
Urenlang spelletjes spelen op je telefoon kost behoorlijk wat energie.

Energie

Hoe langer een apparaat aanstaat, hoe meer energie het verbruikt. Een spelletje spelen op je smartphone kost weinig energie (afbeelding 6). Maar als je uren achter elkaar speelt, gaat de batterij leeg. Je hebt dan veel energie verbruikt.

De hoeveelheid energie die een apparaat verbruikt, wordt gemeten in **kilowattuur**. Een apparaat van 1 kilowatt (kW) dat een uur (h) aanstaat, verbruikt 1 kilowattuur energie. De afkorting van kilowattuur is **kWh**.

Ieder huis heeft in de meterkast een **kilowattuurmeter** (kWh-meter). Die meter houdt bij hoeveel energie alle apparaten in huis verbruiken. Het energiebedrijf leest een keer per jaar de meter af. Het huishouden moet dan betalen voor de verbruikte energie.

Het energieverbruik kun je uitrekenen. De formule staat in Binas in tabel 10 *Elektriciteit*:

energie = vermogen × tijd

Het vermogen moet je invullen in kilowatt (kW).
De tijd moet je invullen in uur (h).
Je berekent dan de energie in kWh.

Aan de formule kun je twee dingen zien:
- Hoe groter het vermogen van een apparaat, hoe meer energie het verbruikt.
- Hoe langer een apparaat aanstaat, hoe meer energie het verbruikt.

Voorbeeld 3
In de huiskamer branden vijf ledlampen. Elke lamp heeft een vermogen van 6 W.
Hoeveel energie verbruiken de lampen samen, als ze een hele dag branden?

Vijf lampen hebben samen een vermogen van 5 × 6 W = 30 W. Dat is 0,030 kW (komma drie plaatsen naar links). Een dag telt 24 uur.

energie = vermogen × tijd
energie = 0,03 kW × 24 h
energie = 0,72 kWh

Opgaven

15 Welk apparaat meet in huis hoeveel energie er wordt verbruikt?

____

16 Zet een streep door het foute woord.
Een apparaat dat kort aanstaat, verbruikt WEINIG / VEEL energie.
Een apparaat dat lang aanstaat, verbruikt WEINIG / VEEL energie.
Hoe korter een apparaat aanstaat, hoe MINDER / MEER energie er wordt verbruikt.

17 Als Itto haar computer gebruikt, staan de volgende apparaten aan:
- een computer van 150 W;
- een monitor van 80 W;
- een speaker van 20 W;
- een printer van 40 W.

Bereken het totale vermogen. Tel hiervoor alle vermogens op.

Het totale vermogen = ________ W + ________ W + ________ W + ________ W.

Het totale vermogen = ________ W.

18 Hoe groot is het totale vermogen van de apparaten van Itto in kW?

Het totale vermogen is ________ W = ________ kW.

19 Bereken hoeveel energie Itto gebruikt als de apparaten één dag (24 uur) aanstaan.
Schrijf eerst de formule op (de formule staat ook in Binas, tabel 10).

energie = ______________ × ______________

energie = ________ kW × ________ h

energie = ________ kWh

20 Tijdens een voetbalwedstrijd 's avonds moet het veld goed verlicht zijn.
De lampen van de schijnwerpers branden 2,5 uur. Het totale vermogen is 400 kW.
Hoeveel energie verbruiken de lampen op die avond?
Schrijf de formule op en vul in:

energie = ______________________________

energie = __________ kW × __________ uur

energie = __________ kWh

+21 Bij Charles thuis worden op een dag de volgende apparaten gebruikt:
- een wasmachine van 1200 W werkt 2 uur;
- een wasdroger van 600 W werkt 2,5 uur;
- een afwasmachine van 1500 W werkt 30 minuten (0,5 uur).

a Bereken hoeveel energie de wasmachine verbruikt.

____

____

____

b Bereken hoeveel energie de wasdroger verbruikt.

____

____

____

c Bereken hoeveel energie de afwasmachine verbruikt.

____

____

____

d Hoeveel energie verbruiken de apparaten die dag in totaal?

Totale verbruikte energie = _______ kWh + _______ kWh + _________ kWh = _________ kWh.

Energiekosten

De energie die een huishouden verbruikt, moet aan het eind van het jaar worden betaald. Hoeveel je moet betalen, kun je uitrekenen:

kosten = energie × prijs van 1 kWh

Voorbeeld 4
Aan het eind van een jaar heeft de familie Demir 2650 kWh energie gebruikt. 1 kWh kost dat jaar € 0,25. Hoeveel moet ze betalen?

kosten = energie × prijs van 1 kWh
kosten = 2650 kWh × € 0,25
kosten = € 662,50

De werkelijke kosten zijn bijna het dubbele van dit bedrag. Het bedrag in het voorbeeld is namelijk zonder de transportkosten en belasting. Deze kosten komen er nog bij en zijn bijna evenveel als de kosten van de energie zelf.

Opgaven

22 In opgave 20 heb je de energie uitgerekend van de verlichting van een voetbalveld.
Die energie is 1000 kWh.
Hoeveel kost die energie als voor 1 kWh € 0,25 moet worden betaald?
kosten = energie × prijs van 1 kWh

kosten = ______________ kWh × € ______________

kosten = € ______________

23 Een gemiddeld gezin verbruikt per jaar 2500 kWh. 1 kWh kost € 0,25.
Wat moet een gemiddeld gezin betalen voor 1 jaar aan elektriciteit?

kosten = ____

____

____

24 Een digitale ontvanger voor de televisie staat meestal stand-by als hij niet wordt gebruikt. Dat betekent: als je hem aanzet, werkt hij direct.
Het vermogen voor stand-by staan is 5 W. 1 kWh kost € 0,25.
Bereken stap voor stap hoeveel het kost als dit apparaat een jaar stand-by staat.

Het vermogen van 5 W = ______________ kW.
Bereken het energieverbruik per dag:
energie = vermogen × tijd

energie = ______________ kW × 24 uur

energie = ______________ kWh

Bereken het energieverbruik per jaar (365 dagen):

energie = ______________ kWh × ______________ dagen = ______________ kWh

kosten = energie × prijs van 1 kWh

kosten = ______________ kWh × € 0,25

kosten = € ______________

25 De alarminstallatie bij Merle thuis verbruikt 85 kWh per jaar. 1 kWh kost € 0,25.
Wat kost de energie van de alarminstallatie per jaar?
Schrijf de formule op, vul de gegevens in en reken uit:

____

____

____

26 In afbeelding 7 zie je het typeplaatje van een broodrooster.
Hoe groot is het vermogen van dit broodrooster in kW?

____

▲ **afbeelding 7**
het typeplaatje van een broodrooster

27 Hoeveel energie verbruikt het broodrooster als het 10 uur aanstaat?

energie = ____________ × ________________

energie = ___________ kW × ___________ uur

energie = ___________ kWh

28 Bereken de kosten van de elektriciteit voor 10 uur brood roosteren. 1 kWh kost € 0,25.

____

____

____

+29 **a** Op welke spanning werkt het broodrooster van afbeelding 7?

Het broodrooster werkt op ___________ V WISSELSPANNING / GELIJKSPANNING.

b Hoe groot is de stroomsterkte door het broodrooster?
stroomsterkte = vermogen : spanning

____

____

+30 Bastian werkt elke dag, thuis of op school, met zijn laptop. Om de batterijen op te laden, is 4 uur per dag nodig. Het vermogen van de oplader is 80 W.
Reken stap voor stap uit wat de energie kost die nodig is om 1 jaar met de laptop te werken. 1 kWh kost € 0,25.

a Het vermogen is ___________ W = ___________ : ___________ = ___________ kW.

De oplaadtijd in 1 jaar = ___________ dagen × ___________ uur = ___________ uur.

b Per jaar is het energieverbruik:

____

____

____

c De kosten voor 1 jaar ‘computeren’ zijn:
kosten = energie × prijs

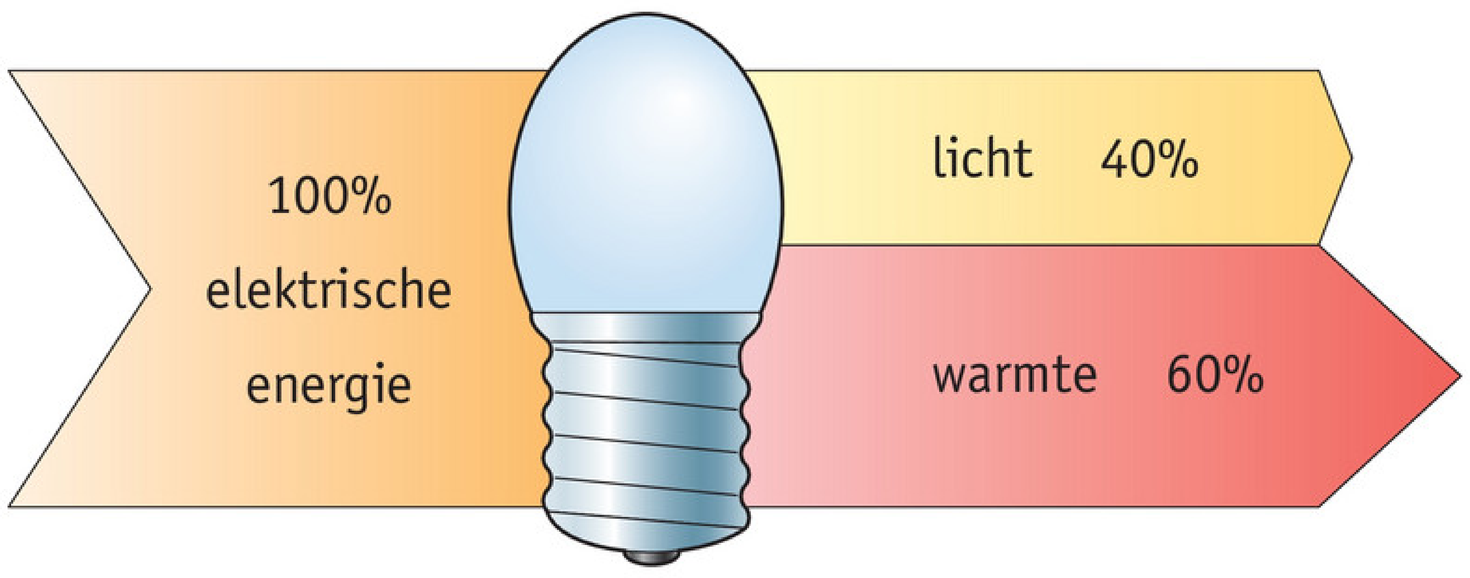
____

____

Rendement

Een elektrisch apparaat verbruikt elektrische energie. Het apparaat zet die energie om in een andere vorm van energie. Bijvoorbeeld: een lamp verbruikt elektrische energie en geeft licht en warmte. De hoeveelheid energie die erin gaat, komt er ook weer uit. Energie verdwijnt nooit.

Bij een lamp krijg je licht en warmte. Maar je gebruikt alleen het licht. De warmte van een lamp gebruik je niet. Daarom zeg je dat er energie verloren gaat aan warmte. Die energie verdwijnt niet. Ze wordt alleen omgezet in een soort energie die je niet wilt. Dat noem je **energieverlies**.



▶ **afbeelding 8** het rendement van een spaarlamp

De elektrische energie die de lamp verbruikt, is 100% (zie afbeelding 8). Daarvan zet de lamp 40% om in licht. Licht is de **nuttige energie** van de lamp (de soort energie die je wilt van het apparaat). De rest van de energie wordt omgezet in warmte. De warmte gebruik je niet.

Je zegt: het **rendement** van deze lamp is 40%. Dat betekent dat de lamp 40% van de opgenomen energie omzet in nuttige energie. Hoeveel procent van de energie nuttig wordt gebruikt, is het rendement. De rest is energieverlies.

In tabel 1 staat het rendement van verschillende apparaten.
De hr-ketel heeft het hoogste rendement. Een hr-ketel is een verwarmingsketel die extra zuinig is met energie. Hij zet bijna alle chemische energie uit gas om in warmte (de nuttige energie). Je ziet wel waarom zo'n ketel een hoogrendementsketel heet.

▼ **tabel 1** het rendement van verschillende apparaten

apparaat	rendement
gloeilamp	5%
motor van een scooter	25%
spaarlamp	40%
ledlamp (wit)	50%
verwarmingsketel	70%
hr-ketel (hoogrendementsketel)	90%

Opgaven

31 Het rendement van een benzinemotor is 30%.
Wat betekent dat?
Dat betekent dat 30% van de brandstof WEL / NIET nuttig wordt gebruikt.

32 Het rendement van een apparaat is 40%.
Wat betekent dat?
- ☐ A Het apparaat kan 60% van de toegevoerde energie verbruiken.
- ☐ B Het apparaat verliest 40% van de toegevoerde energie.
- ☐ C Het apparaat gebruikt 40% van de toegevoerde energie nuttig.
- ☐ D Het apparaat gebruikt 60% van de toegevoerde energie nuttig.

33 Het rendement van een batterij is 90%. In de batterij wordt chemische energie omgezet in elektrische energie.
Wat betekent deze energieomzetting met een rendement van 90%?
- ☐ A De batterij geeft 10% elektrische energie en 90% chemische energie.
- ☐ B De batterij geeft 90% warmte-energie en 10% chemische energie.
- ☐ C De batterij geeft 90% chemische energie en 10% elektrische energie.
- ☐ D De batterij geeft 90% elektrische energie en 10% warmte-energie.

Gebruik bij de volgende opgaven de tabel *Rendement bij energieomzettingen* in je Binas (tabel 15).

34 Een elektrisch fornuis zet elektrische energie om in warmte-energie.
Welke kleur heeft die energieomzetting in de legenda bij de tabel?

____

35 Hoe groot is het rendement van een elektrisch fornuis?

Het rendement is ______%.

36 Voor welke energieomzetting wordt de kleur geel gebruikt?

Voor de omzetting van ______________________ energie in ____________________________________.

37 **a** Hoe groot is het rendement van een elektromotor?

____

b Hoe groot is het energieverlies aan warmte en geluid van een elektromotor?

____

38 Welke motor heeft een rendement van 35%?
- ☐ A de motor van een bromfiets
- ☐ B een benzinemotor
- ☐ C een dieselmotor
- ☐ D een raketmotor

39 Welke energieomzetting vindt plaats in een windturbine (afbeelding 9)?

De omzetting van ______________________________

in ______________________________.

40 a Hoe groot is het rendement van een stoomketel?

____

b Hoe groot is het energieverlies van een stoomketel?

____

41 Welke apparaten zetten elektrische energie om in warmte?

____

____

▲ **afbeelding 9**
een windturbine

+42 Waarom kan het rendement nooit 100% zijn?

____

____

Onthouden!

Vermogen is het energieverbruik per seconde.
vermogen = spanning × stroomsterkte
De eenheid van vermogen is watt (W).
Bij een klein vermogen gebruik je milliwatt (mW).
1 mW = 0,001 W
Bij een groot vermogen gebruik je kilowatt (kW).
1 kW = 1000 W
De hoeveelheid energie wordt gemeten in kilowattuur (kWh).
energie = vermogen × tijd
De kosten van de energie bereken je met de formule:
kosten = energie × prijs van 1 kWh
Het rendement is hoeveel energie het apparaat nuttig gebruikt (in %).

2 Veiligheid van elektrische apparaten

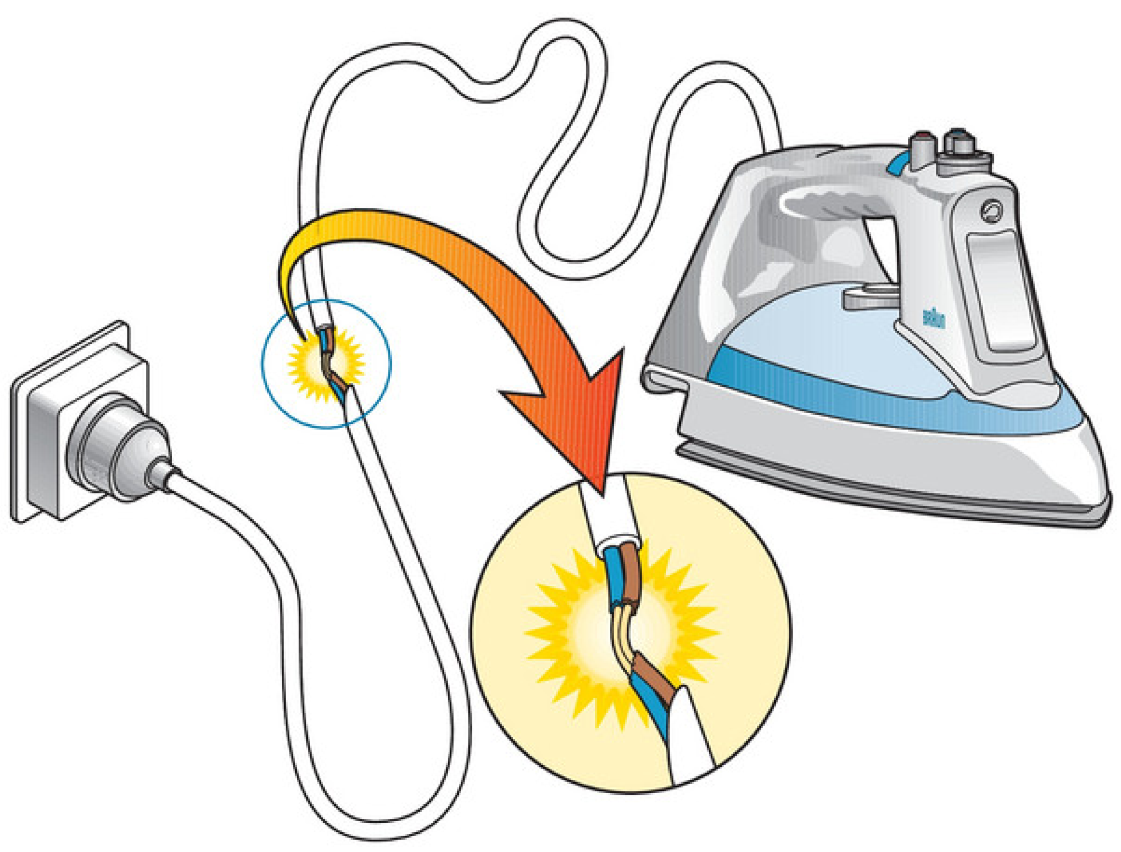
Elektrische apparaten werken op elektriciteit. Elektriciteit kan gevaarlijk zijn. Daarom zijn elektrische apparaten beveiligd.

Gevaren van elektriciteit

Als de stroomkring gesloten is, loopt er stroom door een apparaat. De stroom gaat door de **fasedraad** (bruin) naar het apparaat. Door de **nuldraad** (blauw) gaat de stroom terug naar het stopcontact. De fasedraad en de nuldraad zitten naast elkaar in het snoer van het apparaat.

Stroomdraden zijn gemaakt van koperdraad. Als twee koperdraden tegen elkaar komen, krijg je **kortsluiting**. Bij kortsluiting raken de fase en de nul elkaar (afbeelding 10). Daardoor wordt de stroom meteen heel groot. De draden worden dan erg heet. Er kan brand ontstaan.

▶ **afbeelding 10**
kortsluiting in een snoer



Om kortsluiting te voorkomen zijn de draden in een apparaat **geïsoleerd**. De isolatie is een laagje kunststof. Kunststof is een isolator. Dat betekent dat de stroom er niet doorheen kan. De isolatie van de fasedraad is bruin. De isolatie van de nuldraad is blauw.

Raak je een draad aan waarop spanning staat, dan krijg je een schok. Er gaat dan een stroom door je lichaam. Is de spanning laag, dan is de stroom klein. Bij een hoge spanning is de stroom groot. Een grote stroom door je lichaam is levensgevaarlijk.

De grootte van de stroom hangt af van de weerstand van je lichaam. Bij een droge huid is je weerstand groot. Als je huid nat is, is je weerstand veel kleiner. Er kan dan een grote stroom door je lichaam gaan. Dus: hoe kleiner je **lichaamsweerstand**, hoe groter de stroom door je lijf. Met een natte huid is elektriciteit extra gevaarlijk. Bijvoorbeeld in de badkamer.

Proef 1 Je lichaamsweerstand meten

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 digitale multimeter, geschikt voor weerstandsmeting
- ☐ 2 snoertjes
- ☐ 1 potje met keukenzout
- ☐ 1 spatel

Uitvoering

- Steek de snoeren op de juiste plaats in de meter (weerstandsmeting).
- Schakel de meter in de stand om weerstand te meten.
- Wrijf je handen goed over elkaar.
  Je handen moeten goed droog zijn.

- Pak het stekkertje van één snoertje tussen duim en wijsvinger van je linkerhand.
- Pak het andere stekkertje tussen duim en wijsvinger van je rechterhand.
- Wacht tot het getal op het display van de meter stilstaat.
- Schrijf de waarde in tabel 2 bij 'Je handen zijn droog'.

▼ **tabel 2** weerstand van je handen

Je handen zijn:	weerstand van je handen
droog	
nat	
nat en zout	

- Maak je duimen en wijsvingers nat onder de kraan.
- Pak beide stekkertjes weer tussen duim en wijsvinger.
- Wacht weer tot het getal op het display van de meter stilstaat.
- Schrijf de waarde in de tabel bij 'Je handen zijn nat'.

- Neem met de spatel wat zout uit het potje.
- Strooi wat korreltjes zout voor je op tafel.
- Maak je vingers opnieuw nat.
- Houd ze in het zout.
- Wrijf het zout fijn.
- Pak beide stekkertjes weer vast.
- Wacht tot het getal op het display van de meter stilstaat.
- Schrijf de waarde in de tabel bij 'Je handen zijn nat en zout'.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

43 Waarom worden elektrische draden geïsoleerd?

____

____

44 Wat gebeurt er als de ongeïsoleerde draden van de fase en de nul elkaar raken?

Dan krijg je ______________________________________

45 Wat kan er door kortsluiting gebeuren?

Door kortsluiting kan ______________ ontstaan.

46 a Wat is de kleur van de fasedraad?

____

b Wat is de kleur van de nuldraad?

____

47 Hoe groter de spanning, hoe GROTER / KLEINER de stroom.

48 Waarvan hangt de grootte van de stroom af die door je lichaam gaat?

- ☐ A van je leeftijd
- ☐ B van je lengte
- ☐ C van je lichaamstemperatuur
- ☐ D van je lichaamsweerstand

49 Wanneer is de weerstand van je lichaam het grootst?

- ☐ A Als je huid droog is.
- ☐ B Als je huid nat is.
- ☐ C Als je huid nat en vies is.

50 De stroom door je lichaam is het grootst als je huid DROOG / NAT is.

51 Als je schrikdraad aanraakt, krijg je een schok.
Wanneer voel je de grootste schok?

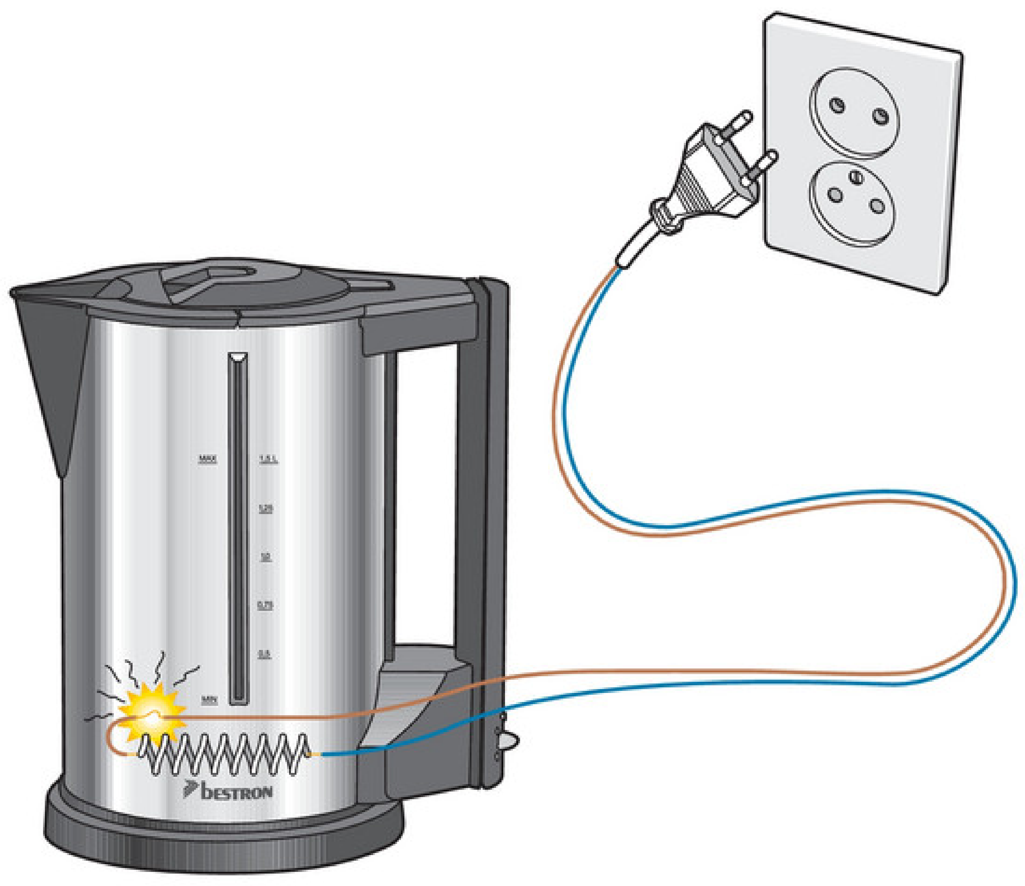
- ☐ A Als je helemaal droog bent en met droge handen de draad vasthoudt.
- ☐ B Als je helemaal droog bent en met natte handen de draad vasthoudt.
- ☐ C Als je kleren nat zijn en je met droge handen de draad vasthoudt.
- ☐ D Als je kleren nat zijn en je met natte handen de draad vasthoudt.

+52 Leg uit waarom je in een badkamer heel voorzichtig moet zijn met elektriciteit.

____

____

____



▲ **afbeelding 11**
Door een kapotte draad kan de buitenkant onder spanning staan.

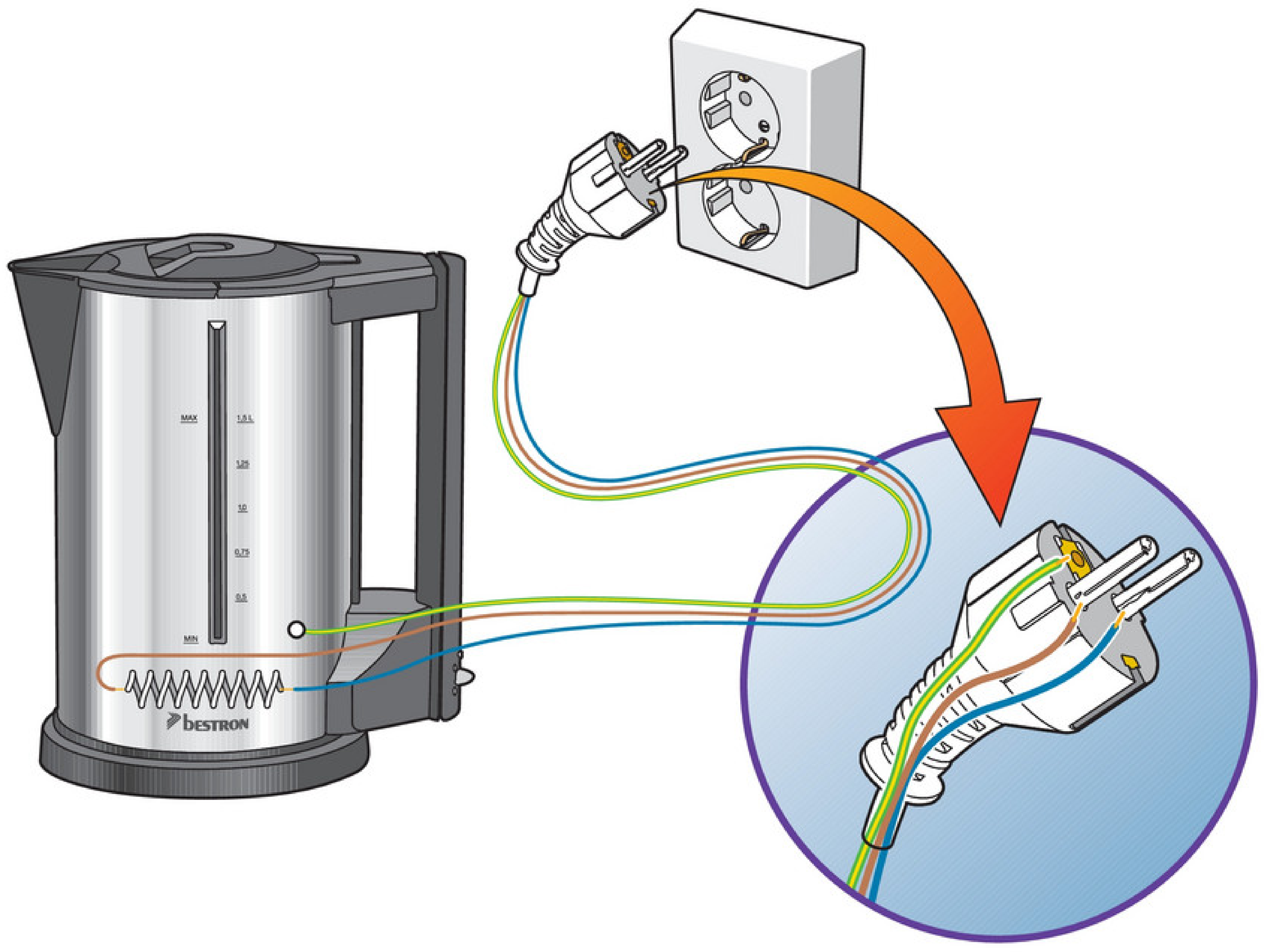
Randaarde

Sommige apparaten hebben een metalen buitenkant. Bijvoorbeeld de wasmachine en een waterkoker. Metaal is een goede geleider voor elektrische stroom. Als in zo'n apparaat een draad kapotgaat, kan de metalen buitenkant onder spanning komen te staan.

In de waterkoker van afbeelding 11 is een draad kapot. Als je de stekker in het stopcontact doet, komt de waterkoker onder spanning te staan. Als je het apparaat dan aanraakt, is dat levensgevaarlijk.

In afbeelding 12 zie je een andere waterkoker. Het snoer van dit apparaat heeft drie draden:
- de fasedraad (bruin);
- de nuldraad (blauw);
- een groengele draad.

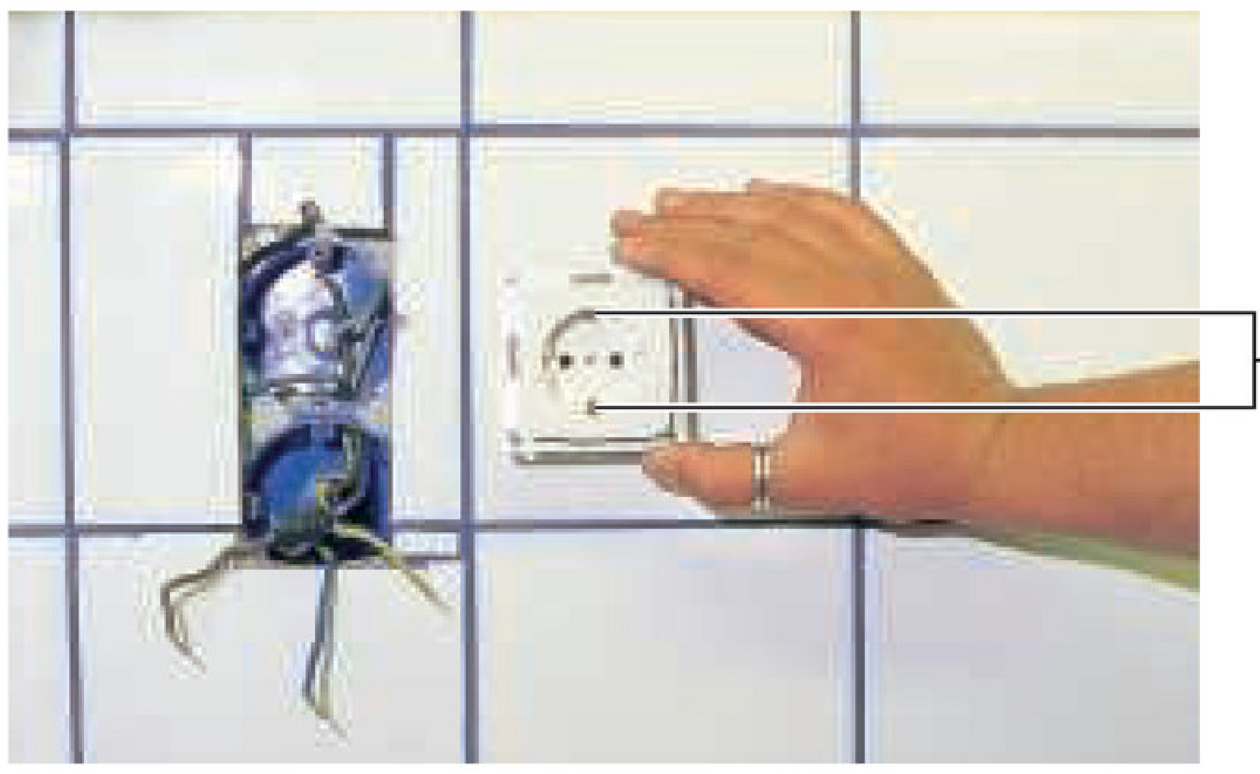
▶ **afbeelding 12**
Deze waterkoker heeft een aardleiding.



De groengele draad is de **aardleiding**. Deze draad verbindt het metaal van het apparaat met de aarde. Dat gaat via de **randaarde** in het stopcontact. De randaarde is een metalen pin aan de rand van het stopcontact (afbeelding 13). Deze pin is verbonden met de aarde via een beveiliging in de meterkast. Het apparaat is hierdoor geaard (verbonden met de aarde).

Als de buitenkant van de waterkoker onder spanning komt, loopt de stroom door de aardleiding. Er is dan een **lekstroom** naar de aarde. De beveiliging in de meterkast schakelt hierdoor de stroom uit.

▶ **afbeelding 13**
de aansluiting van een stopcontact met randaarde



Opgaven

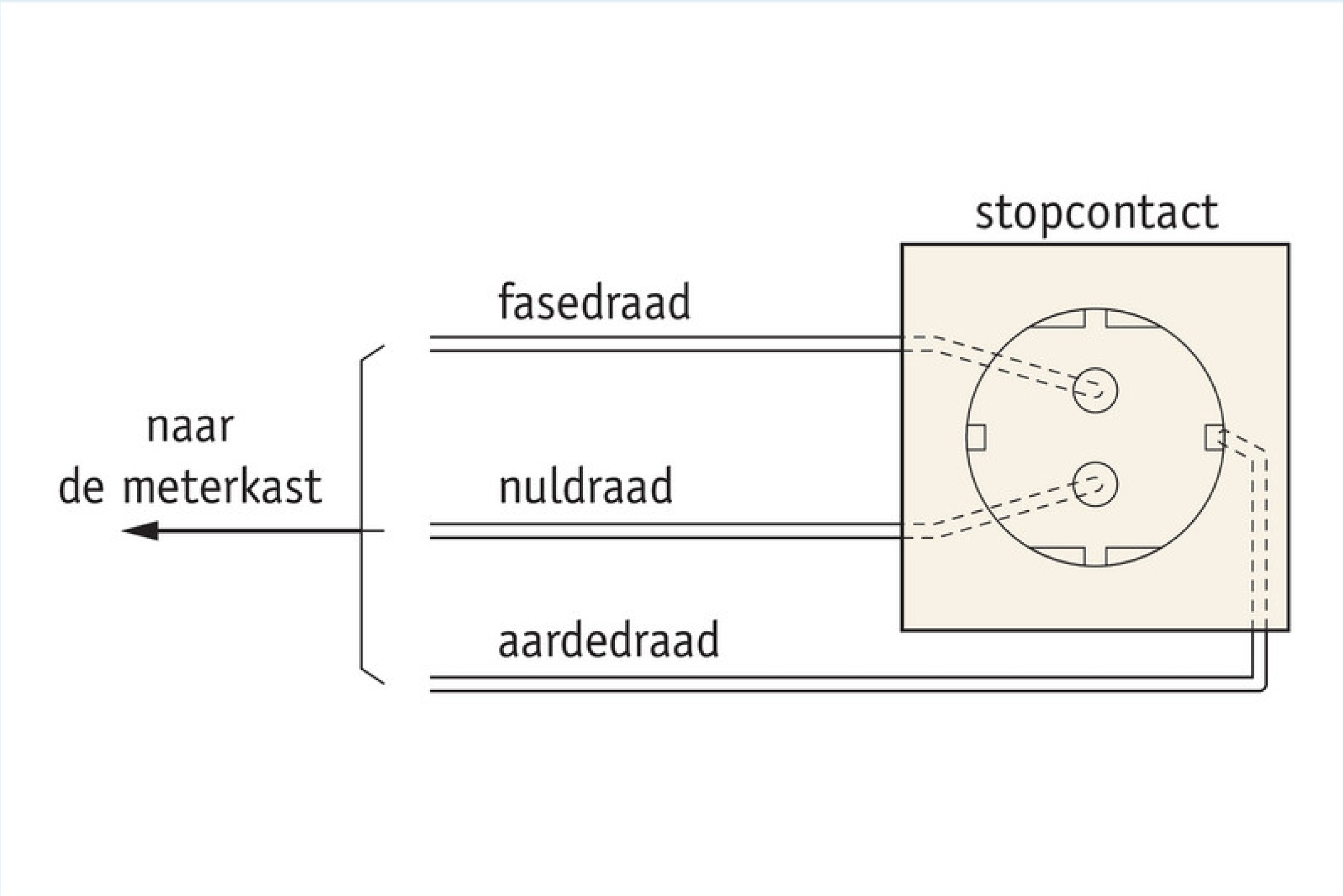
53 De metalen buitenkant van een broodrooster staat onder spanning.
Van welke draad in het broodrooster is dan de isolatie kapot?
- ☐ A van de aardleiding
- ☐ B van de fasedraad
- ☐ C van de nuldraad

54 Thomas bakt kroketten in een elektrische frituurpan. Terwijl hij bakt, valt plotseling de stroom uit. In de frituurpan is een draad waarop spanning staat, losgeraakt. Het koper van de draad komt tegen de metalen wand van de frituurpan. De smeltveiligheid in de meterkast gaat kapot. Thomas heeft de frituurpan vast, maar hij krijgt geen elektrische schok.

a Is de frituurpan aangesloten op een stopcontact met randaarde? JA / NEE
b Werkt de aardleiding van de frituurpan en het stopcontact goed? JA / NEE

55 Wat zou er zijn gebeurd als Thomas een stopcontact zonder randaarde had gebruikt?
- ☐ A Dan had hij wel een elektrische schok gekregen.
- ☐ B Dan was de smeltveiligheid ook doorgebrand.
- ☐ C Op een stopcontact zonder randaarde gaat een frituurpan niet stuk.
- ☐ D Op een stopcontact zonder randaarde werkt een frituurpan niet.

56 Kleur de draden in afbeelding 14 in de juiste kleur.



▲ **afbeelding 14**
Geef de draden de juiste kleur.

+57 Een geaard apparaat raakt defect. De stekker zit in een stopcontact met randaarde. Martijn pakt het apparaat met zeer natte handen vast. Adinda pakt het apparaat met droge handen vast.

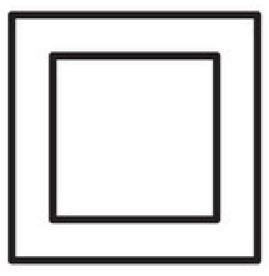
a Voelen Martijn en Adinda een verschil aan elektriciteit? JA / NEE
b Leg je antwoord uit.

____

____

____

____



▲ afbeelding 15
het symbool voor
dubbele isolatie

Dubbele isolatie

Draden in een apparaat zijn geïsoleerd met een laagje kunststof. Daarnaast zijn metalen apparaten aan de binnenkant en aan de buitenkant geïsoleerd met kunststof. Deze apparaten hebben **dubbele isolatie**. Meestal bestaat de behuizing van zo'n apparaat zelfs helemaal uit kunststof. Bij een apparaat met dubbele isolatie kan nooit spanning op de buitenkant staan.

Een apparaat met dubbele isolatie kun je herkennen aan het symbool van afbeelding 15.

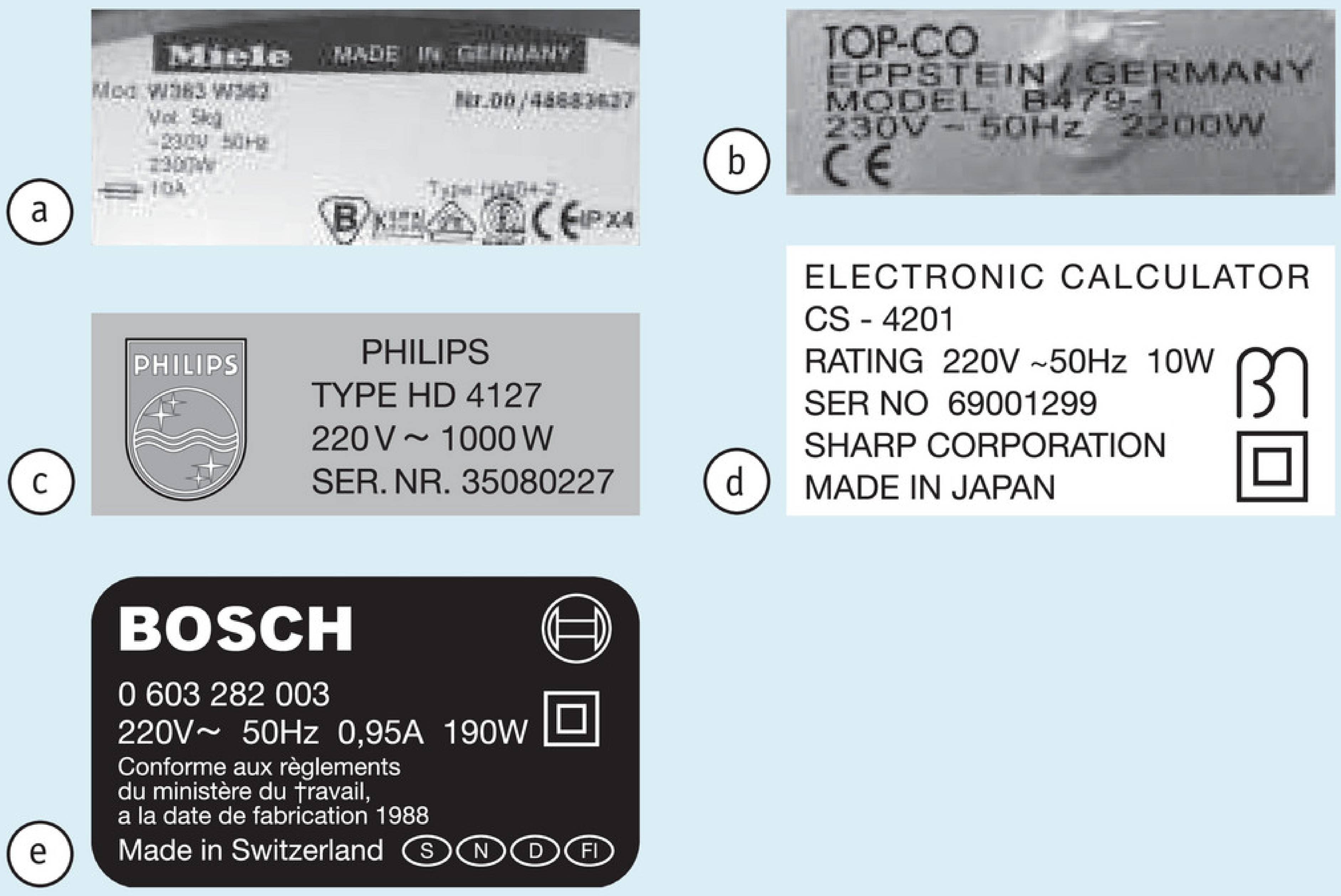
▶ afbeelding 16
het symbool voor dubbele isolatie
op een boormachine

Opgaven

58 Achmed gebruikt een handboormachine die is aangesloten op 230 V. De boormachine is dubbel geïsoleerd. Door zwaar werk wordt de boormachine overbelast. De boormachine begint te roken en te stinken. De boormachine is kapot, ze werkt niet meer.
a Komt er spanning op de buitenkant van de boormachine te staan? JA / NEE
b Krijgt Achmed een elektrische schok van de boormachine? JA / NEE

Maak vraag 59 tot en met 62 met behulp van afbeelding 17.

59 In afbeelding 17 zie je vijf typeplaatjes van verschillende elektrische apparaten. Welke twee typeplaatjes horen bij apparaten met dubbele isolatie?
☐ A typeplaatje A
☐ B typeplaatje B
☐ C typeplaatje C
☐ D typeplaatje D
☐ E typeplaatje E



▲ afbeelding 17
vijf typeplaatjes van elektrische apparaten

60 In welk apparaat zit een smeltveiligheid van 10 A?
- ☐ A in apparaat A
- ☐ B in apparaat B
- ☐ C in apparaat C
- ☐ D in apparaat D
- ☐ E in apparaat E

61 Welk apparaat heeft een vermogen van 1 kW?
- ☐ A apparaat A
- ☐ B apparaat B
- ☐ C apparaat C
- ☐ D apparaat D
- ☐ E apparaat E

62 Hoe groot is de stroomsterkte door apparaat E?

____

63 Teken in het vierkant van afbeelding 18 het symbool voor dubbele isolatie.

▲ **afbeelding 18**
Teken hierin het symbool voor dubbele isolatie.

Onthouden!

De kleur van de fasedraad is bruin.
De kleur van de nuldraad is blauw.
De kleur van de aardleiding is geelgroen.
Bij kortsluiting raken fase en nul elkaar.
Bij kortsluiting wordt de stroom heel groot en kan brand ontstaan.
Aanraken van een apparaat onder spanning is levensgevaarlijk.
Hoe kleiner je lichaamsweerstand, hoe groter de stroom door je lijf.
Met een natte huid is de lichaamsweerstand klein.
Een lekstroom gaat door de aardleiding naar de aarde.
Bij een apparaat met dubbele isolatie kan nooit spanning op de buitenkant staan.

3 Veiligheid van de huisinstallatie

▲ **afbeelding 19**
de groepenkast in de meterkast

Apparaten zijn aangesloten op de huisinstallatie. In de groepenkast komt alles bij elkaar. Er zijn verschillende beveiligingen ingebouwd.

De groepenkast

De elektrische installatie in een woonhuis is verdeeld in groepen. Alle stopcontacten en lichtpunten in een huis zijn aangesloten op de groepenkast (afbeelding 19). De groepenkast vind je in de meterruimte of meterkast. In de meterkast hangen de meters voor gas en elektriciteit en vaak ook de watermeter.

Als veel apparaten tegelijk zijn ingeschakeld, kan de stroom in een groep te groot worden. Een te grote stroom door te veel apparaten noem je **overbelasting**. Bij overbelasting kunnen stroomdraden erg warm worden. Daardoor ontstaat brandgevaar.

Ook bij kortsluiting wordt de stroom in een groep te groot en kan brandgevaar ontstaan. Iedere groep is daarom beveiligd tegen overbelasting en kortsluiting. In veel groepenkasten is die beveiliging een **installatieautomaat** (afbeelding 20). Dit is een automatische schakelaar die omklapt als de stroom in de groep te groot wordt. De spanning in de groep valt dan weg.

▶ **afbeelding 20**
installatieautomaat met twee uitgeschakelde groepen

▲ **afbeelding 21**
een smeltveiligheid voor 10 A

In oudere groepenkasten is de beveiliging een **smeltveiligheid** (afbeelding 21). Dit is een porseleinen huls met een dun draadje erin. Het draadje brandt door als de stroom in de groep te groot wordt. Aan de kleur van het dopje op de smeltveiligheid kun je zien hoeveel stroom ze maximaal doorlaat.

Bij overbelasting of kortsluiting in een groep schakelt de beveiliging de spanning van die groep uit. Misschien zijn te veel apparaten tegelijk aangesloten. Of er is ergens kortsluiting. Je moet dan eerst de storing oplossen. Daarna kun je de stroom weer inschakelen. Bij een installatieautomaat zet je de schakelaar om. Een kapotte smeltveiligheid moet je vervangen door een nieuwe.

Op de gehele huisinstallatie zitten ook een of meer **hoofdzekeringen** (afbeelding 19). De hoofdzekeringen zijn aangelegd door het elektriciteitsbedrijf. Een hoofdzekering is afgesloten met een zegel, dat je niet mag verbreken. Je mag de hoofdzekering dus niet zelf vervangen. Het aantal hoofdzekeringen bepaalt hoeveel stroom in een huis binnenkomt.

Opgaven

64 Wat gebeurt er als te veel apparaten in één groep zijn ingeschakeld?
Dan krijg je KORTSLUITING / OVERBELASTING.

65 Wat gebeurt er als het koper van de fasedraad en de nuldraad elkaar raken?
Dan krijg je KORTSLUITING / OVERBELASTING.

66 Welke beveiligingen werken tegen overbelasting?
- ☐ A dubbele isolatie en een installatieautomaat
- ☐ B dubbele isolatie en een smeltveiligheid
- ☐ C een installatieautomaat en een smeltveiligheid
- ☐ D een stopcontact met randaarde en dubbele isolatie

67 Wanneer schakelt een installatieautomaat een groep uit?
Er kunnen meer antwoorden goed zijn.
- ☐ A Als er kortsluiting in die groep is.
- ☐ B Als er overbelasting in die groep is.
- ☐ C Als er een lekstroom in die groep is.

68 Geef twee oorzaken waardoor het draadje in een smeltveiligheid kan doorsmelten.
- De stroom in de smeltveiligheid

  ____
- De stroom in de smeltveiligheid

  ____

69 Teken in het vierkant van afbeelding 22 het symbool van een smeltveiligheid.

◀ **afbeelding 22**
Teken hier het symbool van een smeltveiligheid.

70 Mag je een hoofdzekering zelf vervangen? JA / NEE

71 In een huisinstallatie zitten vier installatieautomaten en één hoofdzekering.
Door kortsluiting in groep 2 schakelt de installatieautomaat van groep 2 uit.
Ook smelt de smeltdraad in de hoofdzekering door.
Welke stelling is juist?
- ☐ A Er is alleen elektriciteit in de groepen 1, 3 en 4.
- ☐ B Er is alleen elektriciteit in groep 2.
- ☐ C Er is in het hele huis geen elektriciteit meer.
- ☐ D Er is in het hele huis elektriciteit.

De aardlekschakelaar

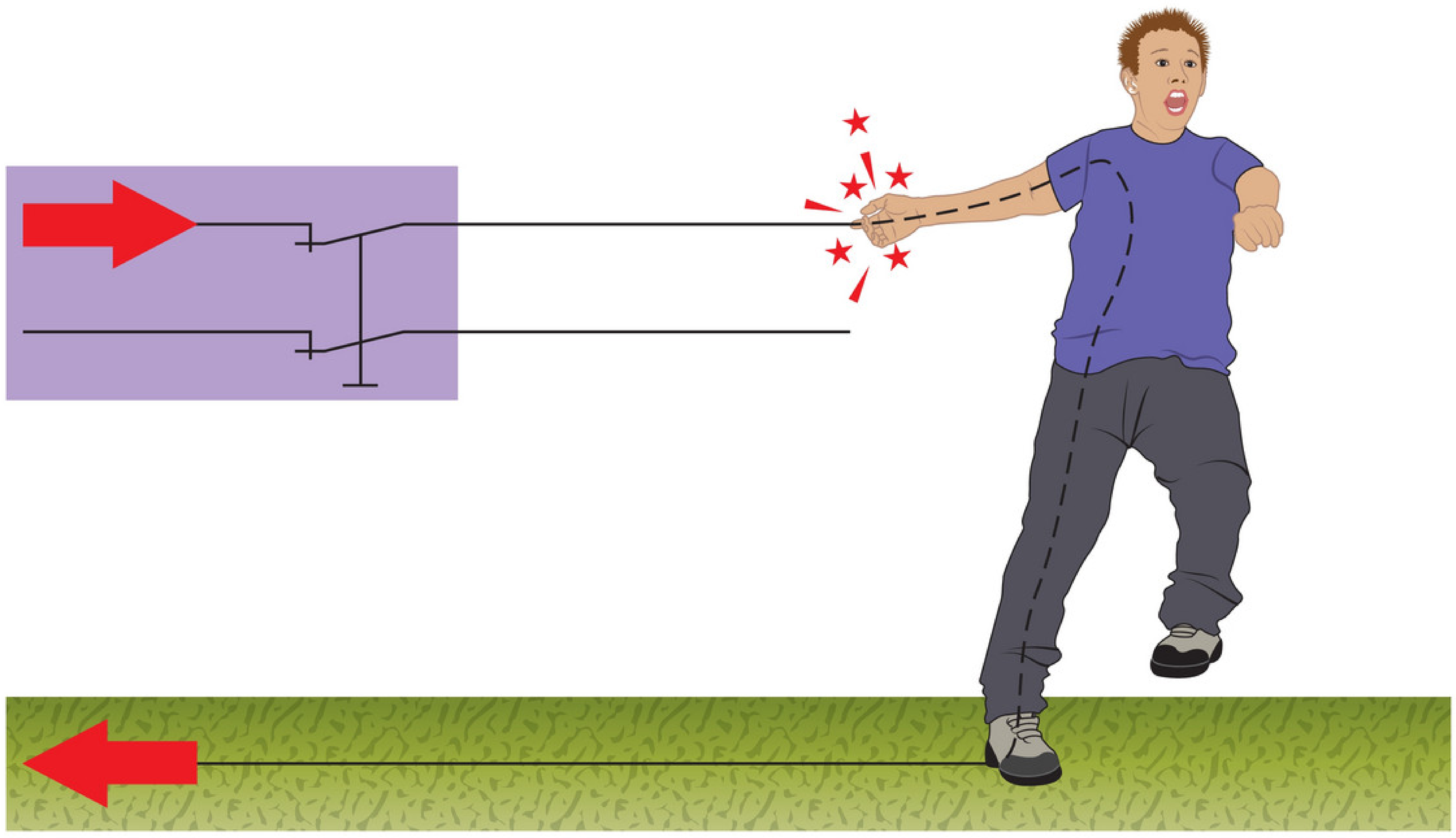
De meterkast van oude huizen heeft vaak één aardlekschakelaar voor meerdere groepen (afbeelding 23). In nieuwe huizen krijgt iedere groep een eigen **aardlekschakelaar** (afbeelding 24). De aardlekschakelaar is een onderdeel van een gesloten stroomkring. De stroom gaat door de fasedraad via de aardlekschakelaar naar het apparaat. De stroom die terugkomt via de nuldraad, gaat ook door de aardlekschakelaar.

Als het goed is, zijn beide stromen even groot. Maar de isolatie van stroomdraden of van een apparaat kan kapotgaan. Er kan dan stroom weglekken uit het apparaat. Die lekstroom verdwijnt via de aardleiding naar de aarde. De stroom die terugkomt bij de aardlekschakelaar is dan kleiner. Als er meer dan 30 mA stroom weglekt, schakelt de aardlekschakelaar de spanning uit.

Ook als een mens of dier de kapotte draad aanraakt, kan er stroom weglekken (afbeelding 25). De stroom gaat dan door het lichaam naar de aarde. Ook dan zal de aardlekschakelaar de spanning uitschakelen.

▲ **afbeelding 23**
één aardlekschakelaar voor meerdere groepen

▲ **afbeelding 24**
Een halomat is een groepsschakelaar en aardlekschakelaar in één.



▲ **afbeelding 25**
een lekstroom door aanraken van een draad onder spanning

Een lekstroom van 30 mA is gelijk aan 0,030 A. Deze stroomsterkte is gevaarlijk. De aardlekschakelaar moet de spanning dus heel snel uitschakelen. Een goede aardlekschakelaar doet dat in minder dan 0,2 seconden.

Opgaven

72 Een aardlekschakelaar is een onderdeel van een ________________________ stroomkring.

73 Als de stroom door de fase en de nul even groot zijn, schakelt de aardlekschakelaar WEL / NIET uit.

74 In hoeveel tijd schakelt een goede aardlekschakelaar de spanning uit?

- ☐ A in minder dan 0,2 seconden
- ☐ B in minder dan 2 seconden
- ☐ C in ongeveer 20 seconden
- ☐ D tussen 0,2 en 2 seconden

75 Bij Hiba thuis staat de wasmachine in de badkamer. Door het vocht in de lucht ontstaan lekstromen in de machine. De aardlekschakelaar schakelt uit als de wasmachine aanstaat.
Hoe groot is de lekstroom minstens?

De lekstroom is dan minstens _____________ mA. Dat is gelijk aan _____________ A.

76 Masiera gebruikt een föhn om haar haren te drogen. De föhn heeft geen dubbele isolatie. Masiera doet de stekker van de föhn in een stopcontact zonder randaarde. De föhn raakt defect en komt onder spanning te staan. Hierdoor gaat er een stroom van 250 mA door het lichaam van Masiera.
In de meterkast zit:

- een installatieautomaat van 6 A;
- een aardlekschakelaar van 30 mA;
- een hoofdzekering van 25 A.

a Door het defect komt Masiera WEL / NIET onder spanning te staan.
b De installatieautomaat schakelt WEL / NIET uit.
c De draad in de hoofdzekering brandt WEL / NIET door.
d De aardlekschakelaar schakelt WEL / NIET uit.

77 Waardoor wordt het leven van Masiera gered?

- ☐ A Doordat de aardlekschakelaar op tijd de stroom uitschakelt.
- ☐ B Doordat de draad in de hoofdzekering op tijd smelt.
- ☐ C Doordat de installatieautomaat de stroom op tijd uitschakelt.
- ☐ D Doordat de stroom door de aardleiding weg kan.

78 In tabel 3 staan vijf soorten beveiliging voor elektriciteit.
Daarvoor staan vier gevaarlijke situaties.
Kruis in de tabel aan bij welk soort gevaar de beveiliging wordt gebruikt.

▼ **tabel 3** soorten beveiliging voor elektriciteit

gevaar	beveiliging				
	randaarde	dubbele isolatie	smelt-veiligheid	installatie-automaat	aardlek-schakelaar
kortsluiting					
overbelasting					
aanraking					
lekstroom					

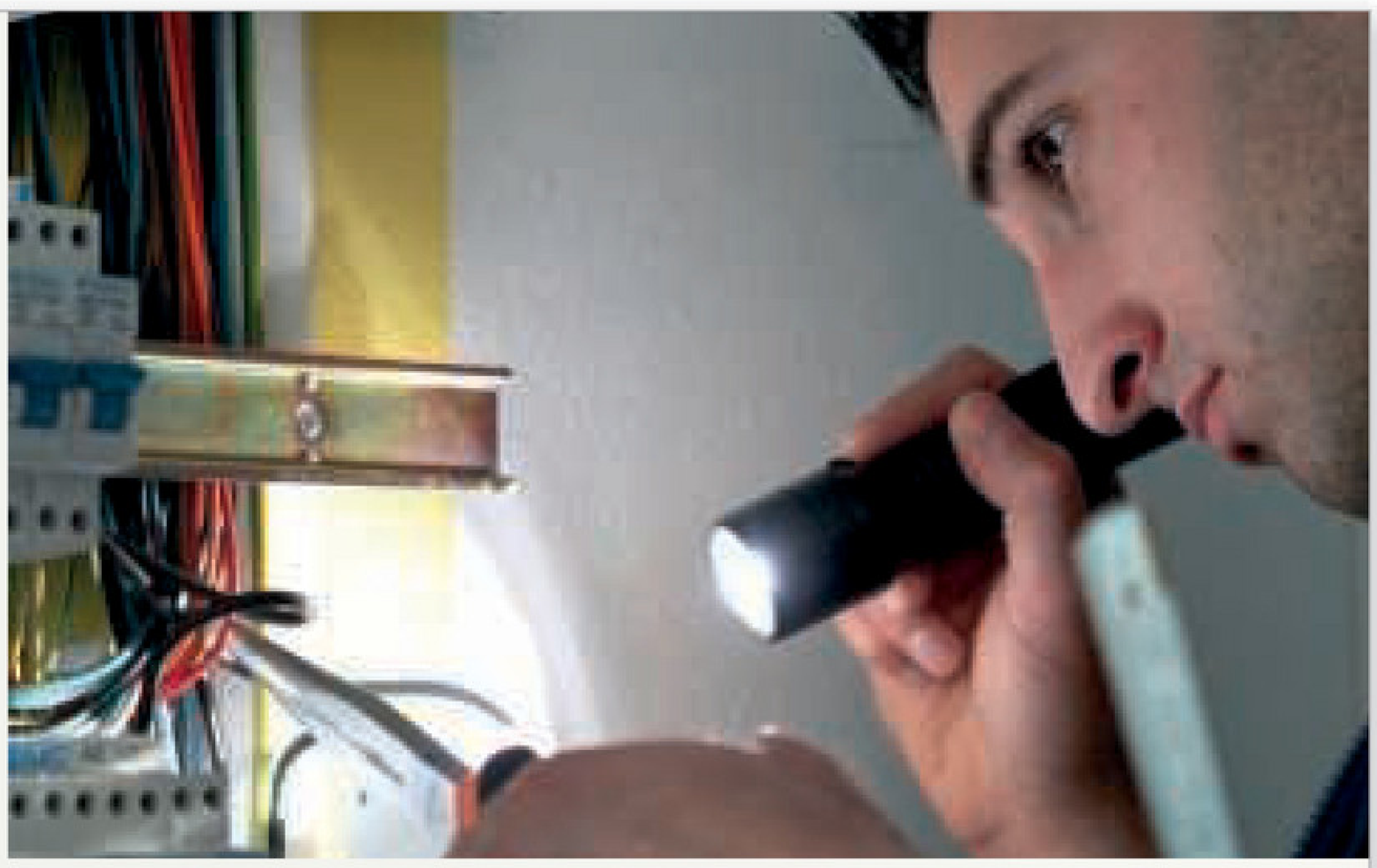
79 Teken in het vierkant van afbeelding 26 het symbool van een aardlekschakelaar.

▶ **afbeelding 26**
Teken hier het symbool van een aardlekschakelaar.

De huisinstallatie aanleggen en onderhouden

Opleiding installeren niveau 2

Ieder huis heeft een huisinstallatie voor de elektriciteit. Iemand moet al die installaties aanleggen en onderhouden. Dat doet de monteur elektrotechniek. Je gaat bij de klanten thuis langs. Je repareert de installatie of plaatst een nieuwe. Als monteur werk je bij een installatie- of onderhoudsbedrijf. Je doet uitvoerend werk en werkt heel precies.



▲ **afbeelding 27**
Marco controleert de huisinstallatie.

Onthouden!

Alle stopcontacten en lichtpunten in een huis zijn aangesloten op de groepenkast.
Bij overbelasting en kortsluiting is de stroomsterke in een groep te groot.
Een groep is beveiligd tegen overbelasting en kortsluiting.
De beveiliging van een groep is een installatieautomaat of een smeltveiligheid.
Bij overbelasting en kortsluiting schakelt de installatieautomaat de spanning uit.
De aardlekschakelaar controleert of er lekstroom is.
Bij een lekstroom van meer dan 30 mA schakelt de aardlekschakelaar de spanning uit.

4 Elektriciteit in de auto

Een auto heeft elektriciteit nodig om te starten. Ook de verlichting en de radio werken op elektriciteit. De accu en de dynamo leveren die elektriciteit.

▲ **afbeelding 28**
Een automonteur vervangt de accu.

De accu

De startmotor van een auto is aangesloten op de accu (afbeelding 28). In de **accu** is chemische energie opgeslagen, net als in de batterij van je telefoon. Die chemische energie wordt omgezet in elektrische energie. Daarmee kan de auto starten. De accu van een auto levert een spanning van 12 V.

Als je een auto start, gaat de startmotor lopen. De **startmotor** zorgt ervoor dat de motor aanslaat.

Grote auto's gebruiken meer elektrische energie dan kleine auto's. Daarom zijn er verschillende soorten accu's. De accu van een grote auto moet een grote capaciteit hebben. De **capaciteit** is de totale hoeveelheid energie die de accu kan leveren.

De capaciteit van een accu wordt gegeven in **ampère-uur** (**Ah**). Een kleine personenauto heeft bijvoorbeeld een accu van 40 Ah. Bij een stroomsterkte van 4 ampère (A) duurt het 10 uur (h) voor deze accu leeg is (4 A × 10 h = 40 Ah).

Capaciteit kun je berekenen met de formule:

capaciteit = stroomsterkte × tijd

Voorbeeld 5
Bereken de capaciteit van een accu die 5 uur lang 9 A kan leveren.

capaciteit = stroomsterkte × tijd
capaciteit = 9 A × 5 uur
capaciteit = 45 Ah

Oplaadbare batterij

Een oplaadbare batterij is een soort accu. Ook oplaadbare batterijen hebben een capaciteit (afbeelding 29). Die capaciteit is veel kleiner dan die van een accu. Daarom wordt de capaciteit van batterijen gegeven in **milli-ampère-uur** (**mAh**). De capaciteit staat altijd op de batterij. Bijvoorbeeld 3000 mAh op de rechter batterij in afbeelding 29.

Een batterij van 800 mAh kan 1 uur lang 800 mA stroom leveren.
1 Ah = 1000 mAh
1 mAh = 0,001 Ah

▶ **afbeelding 29**
Op oplaadbare batterijen staat de capaciteit.

Oplaadbare batterijen zitten bijvoorbeeld in een mobiele telefoon, draadloze speaker of tablet. Hoe groter de capaciteit van die batterij, hoe langer het apparaat blijft werken zonder opladen.

Voorbeeld 6
De draadloze speaker van Senna heeft een batterij met een capaciteit van 6000 mAh. Haar speaker kan 12 uur achter elkaar muziek spelen. De speaker van Jason heeft een capaciteit van 3000 mAh. Beide speakers gebruiken evenveel stroom.
Hoelang houdt de speaker van Jason het vol?

De capaciteit van Senna's speaker is 6000 : 3000 = 2× zo groot.
Deze speaker blijft daardoor 2× zo lang spelen.
De speaker van Jason kan 12 uur : 2 = 6 uur achter elkaar spelen.

Opgaven

80 Hoe groot is de spanning van de accu van een auto?

De spanning van de accu in een auto is ________ V.

81 Welk soort energie is opgeslagen in een accu?
- ☐ A bewegingsenergie
- ☐ B chemische energie
- ☐ C elektrische energie
- ☐ D stralingsenergie

82 Welk soort energie levert een accu?
- ☐ A bewegingsenergie
- ☐ B chemische energie
- ☐ C elektrische energie
- ☐ D stralingsenergie

83 Op welk soort energie werkt een startmotor?
- ☐ A bewegingsenergie
- ☐ B chemische energie
- ☐ C elektrische energie
- ☐ D stralingsenergie

84 Welk soort energie levert een startmotor?
- ☐ A bewegingsenergie
- ☐ B chemische energie
- ☐ C elektrische energie
- ☐ D stralingsenergie

85 In een vrachtwagen staan twee accu's van 12 V in serie.
Hoe groot is de totale spanning van de accu's?

____

86 Hippe heeft in de auto een accu van 40 Ah. De accu is helemaal leeg en moet worden opgeladen. Hippe sluit de accu aan op een oplader.
De oplader levert een stroom van 5 A.
Bereken de tijd die nodig is om de accu volledig op te laden.
Gebruik de formule:
tijd = capaciteit : stroomsterkte

tijd = ______ Ah : ______ A

tijd =_______ uur

87 De capaciteit van de accu van Senna is 65 Ah. Senna zet de auto in de garage en vergeet de verlichting uit te schakelen. De lampen gebruiken een stroom van 9,2 A.
Na hoeveel uur is de accu leeg?

tijd = ____

tijd = ____

tijd = ______ uur

88 De motor van een scootmobiel werkt op een stroomsterkte van 20 A.
Als de accu's geladen zijn, kan de scootmobiel 7 uur rijden.
Wat is de totale capaciteit van de accu's?

capaciteit = ______________________ ______________________________

capaciteit = ______ ampère A × ____ uur

capaciteit = ________ Ah

+89 De accu van een vrachtwagen heeft een spanning van 24 V. Een lege accu wordt opgeladen met een laadstroom van 40 A. Na 15 uur is de accu volledig opgeladen.

a Bereken de capaciteit van de accu.

____

____

____

b Bereken het vermogen van de acculader.

____

____

____

+90 De capaciteit van de batterij van een filmcamera is 1500 mAh.
Daarmee kan 30 minuten worden gefilmd.
Hoe groot moet de capaciteit zijn van een batterij waarmee 2 uur gefilmd kan worden?

____

____

____

____

____

____

91 In de laptop van Tijn zit een batterij van 5200 mAh. De batterij is kapot en Tijn zoekt een nieuwe op internet. Hij vindt een batterij van 5,2 Ah.
Is deze batterij geschikt voor de laptop van Tijn?

JA / NEE, want ______________________________

____

+92 Een oplaadbare batterij heeft een spanning van 1,2 V en een capaciteit van 3600 mAh.
Op de batterij wordt een camera aangesloten met een vermogen van 480 mW.

a Bereken de stroomsterkte door de camera.
Gebruik de formule:
stroomsterkte = vermogen : spanning

____

____

b Hoelang kan de camera achter elkaar blijven werken?
Gebruik de formule:
tijd = capaciteit : stroomsterkte

____

____

De dynamo

De motor van een auto krijgt zijn energie van benzine. In de motor zit de krukas. Als de motor loopt, draait de krukas. De krukas is met een V-snaar verbonden aan de **dynamo** (afbeelding 30). Draait de motor, dan levert de dynamo elektrische energie.

▶ **afbeelding 30**
Bij deze klassieke auto kun je de V-snaar en de dynamo goed zien.

Verschillende apparaten in de auto gebruiken elektrische energie. Voorbeelden zijn:
- de verlichting;
- de richtingaanwijzers;
- de ruitenwissers;
- de airconditioning.

Een deel van de energie van de dynamo gaat naar de apparaten. Met het andere deel wordt de accu opgeladen. Als de motor niet loopt, levert de accu alle elektrische energie. De accu levert ook de energie voor de startmotor.

Opgaven

93 Welk apparaat levert energie aan de startmotor?
- ☐ A de accu
- ☐ B de automotor
- ☐ C de dynamo

94 a Wanneer wordt de accu opgeladen?

De accu wordt opgeladen als ______________________________

b Waardoor wordt de accu opgeladen?

De accu wordt opgeladen door ______________________________

95 Welk onderdeel brengt de draaiende beweging van de motor over naar de dynamo?

Dat is de ______________________________

96 Hoe groot moet de spanning van een dynamo zijn om een accu op te laden?
- ☐ A De spanning van de dynamo moet even groot zijn als de spanning van de accu.
- ☐ B De spanning van de dynamo moet groter zijn dan de spanning van de accu.
- ☐ C De spanning van de dynamo moet kleiner zijn dan de spanning van de accu.

97 In een auto zit een dynamo die een stroom van 50 A kan leveren. De verlichting van de auto heeft een vermogen van 180 W. De ruitenwisser heeft een vermogen van 40 W. De airco heeft een vermogen van 200 W.

a Het totale vermogen als alles aanstaat is 420 W.
Laat dit zien met een berekening.

Het totale vermogen = ______________________________

____

b De stroomsterkte die de dynamo moet leveren is 35 A.
Laat dit zien met een berekening.
Gebruik de formule:
stroomsterkte = vermogen : spanning

stroomsterkte = __________ W : __________ V

stroomsterkte = __________ A

c Hoeveel stroom kan de dynamo dan nog aan de accu leveren?

De dynamo kan aan de accu een stroom leveren van ______________________.

+ d Voor een volle accu moet nog 22,5 Ah bijgeladen worden.
Bereken de tijd die nodig is om de accu helemaal op te laden.
Gebruik de formule:
tijd = capaciteit : stroomsterkte

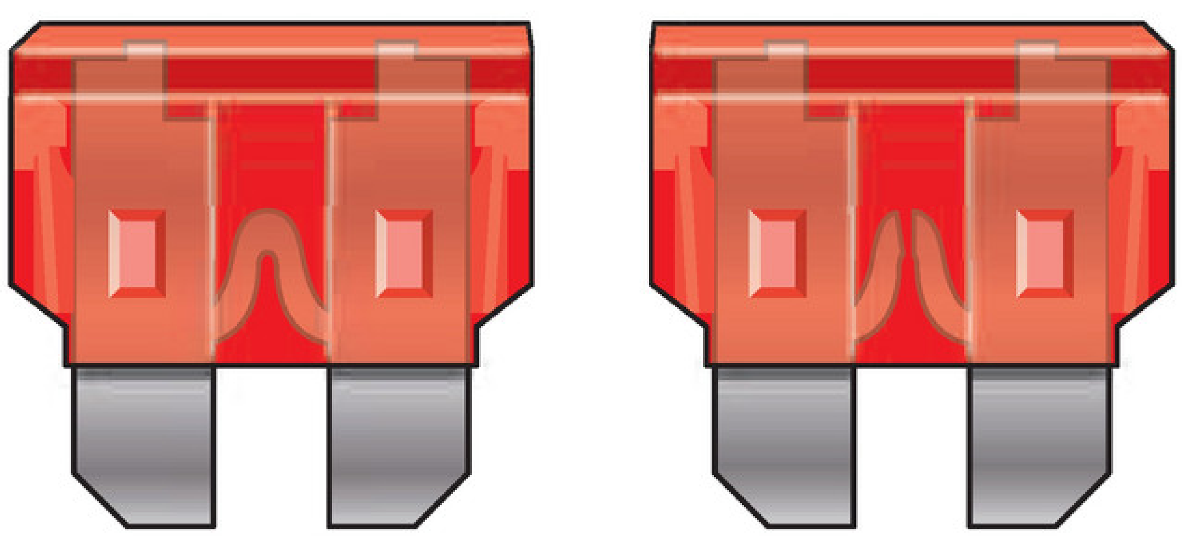
tijd = __________ Ah : __________ A

tijd = __________ uur

▲ **afbeelding 31**
verschillende zekeringen uit een auto

Zekeringen

Elektrische stromen in een auto kunnen groot zijn. Bij kortsluiting kan gemakkelijk brand ontstaan. Daarom is de elektrische installatie van een auto beveiligd met zekeringen. De **zekeringen** in een auto zijn smeltveiligheden (afbeelding 31). Ze zien er wel anders uit dan de smeltveiligheid in een woonhuis. In afbeelding 32 zie je een goede zekering en een zekering met doorgesmolten draad.



▶ **afbeelding 32**
een goede zekering (links) en een zekering met gesmolten draad (rechts)

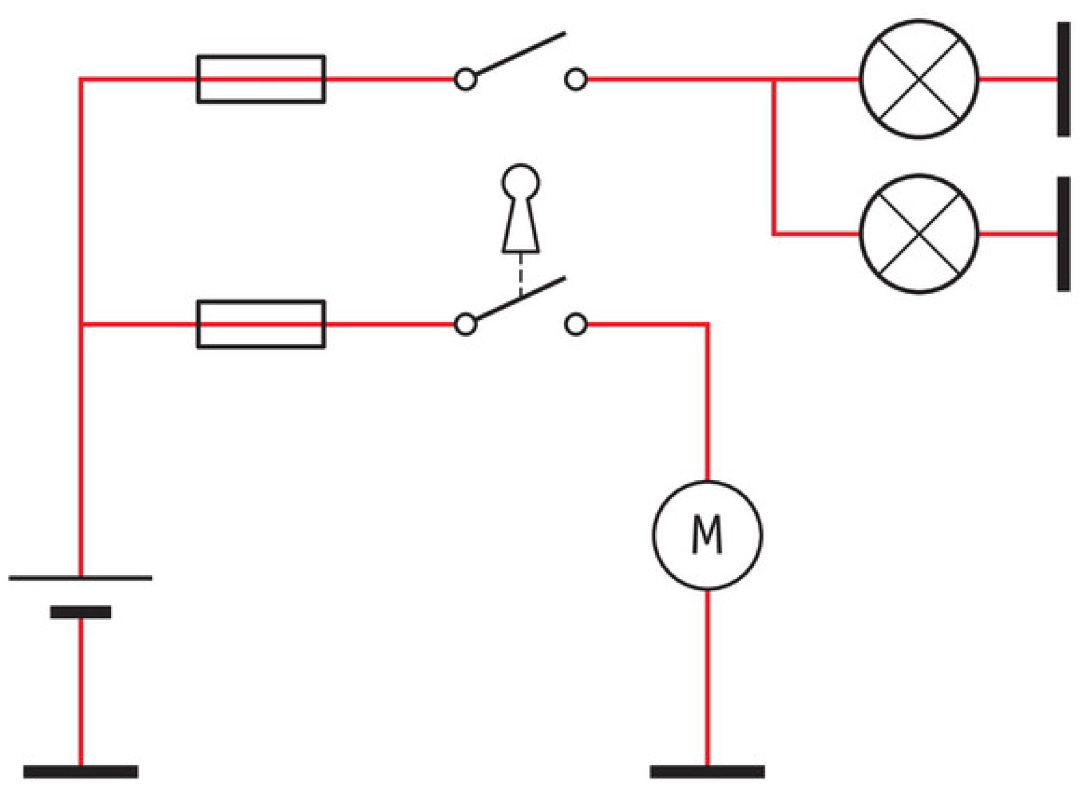
De elektrische installatie

De startmotor krijgt elektrische energie van de accu. Dat kan alleen als de stroomkring gesloten is. Toch gaat er bij een auto naar elk apparaat maar één draad.
De stroomkring wordt gesloten door het metalen chassis van de auto. Net zoals bij de fiets, waar de stroomkring wordt gesloten door het frame van de fiets. Bij een auto (en een fiets) noem je dit deel van de stroomkring de **massa**.

Van de plus van de accu gaat een dikke draad naar de zekeringen. Van daaruit gaan draden naar de verlichting, de ruitenwissers en andere apparaten. Door de massa van de auto gaat de stroom weer terug naar de min van de accu. De min van de accu is met een dikke draad verbonden met het chassis (de massa).

Het schema van de elektrische installatie in een auto ziet er apart uit (afbeelding 33). De massa is getekend als een lange dikke streep. In afbeelding 33 zie je vier keer de massa getekend. Maar pas op, dit is steeds hetzelfde chassis! Het chassis is één elektrische verbinding.

▶ **afbeelding 33**
een deel van het elektrisch schema van een auto



Opgaven

98 Wat is een groot gevaar bij kortsluiting in een auto?

Door kortsluiting in een auto ______________________________

99 Waarmee is de elektrische installatie in een auto beveiligd?

met ______________________________

100 Wat is de massa van een auto?
- ☐ A de dikste draad in de auto
- ☐ B de min van de accu in de auto
- ☐ C het gewicht van de auto
- ☐ D het metalen chassis van de auto

101 De plus van de accu is verbonden met de zekeringen.
Waarmee gebeurt dat?
- ☐ A met de massa
- ☐ B met een dikke draad
- ☐ C met een dunne draad

102 Wat is een andere naam voor zekering?

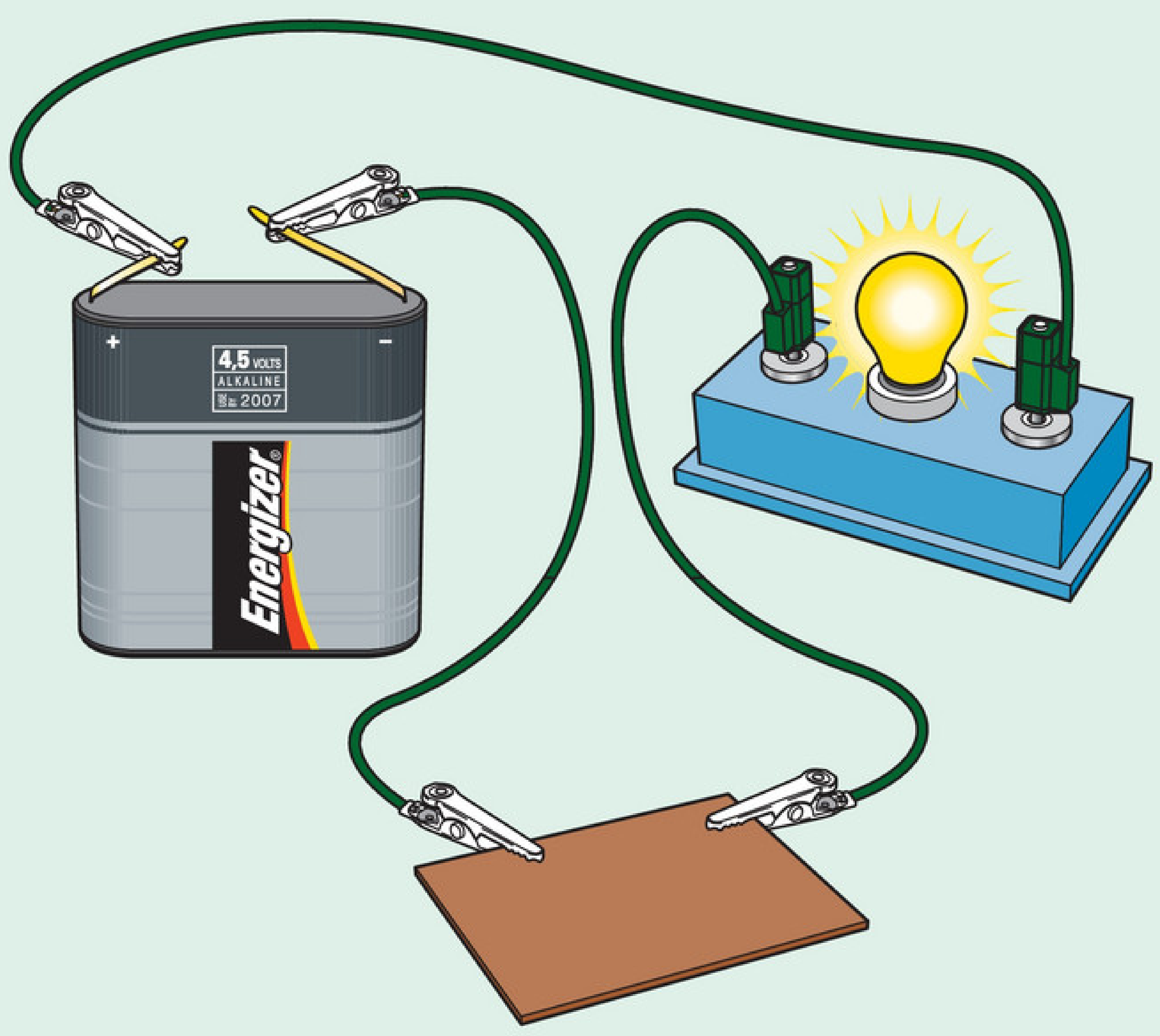
____

Proef 2 Schakeling met massa

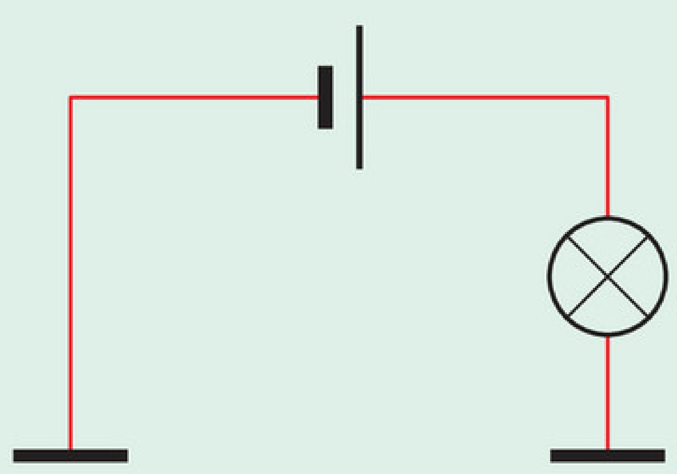
Wat je nodig hebt
- ☐ 1 metalen plaatje
- ☐ 1 platte batterij
- ☐ 2 lamphouders met lampjes van 6 V
- ☐ 1 led met voorschakelweerstand
- ☐ 7 snoertjes
- ☐ 6 krokodillenbekjes

Uitvoering
In deze proef stelt de batterij de accu van een auto voor.
Het metalen plaatje is het chassis van de auto (de massa).

- Sluit de lamp aan op de batterij zoals in afbeelding 34.



▲ **afbeelding 34**
een gesloten stroomkring met 'massa'



▲ **afbeelding 35**
schema van de gesloten stroomkring

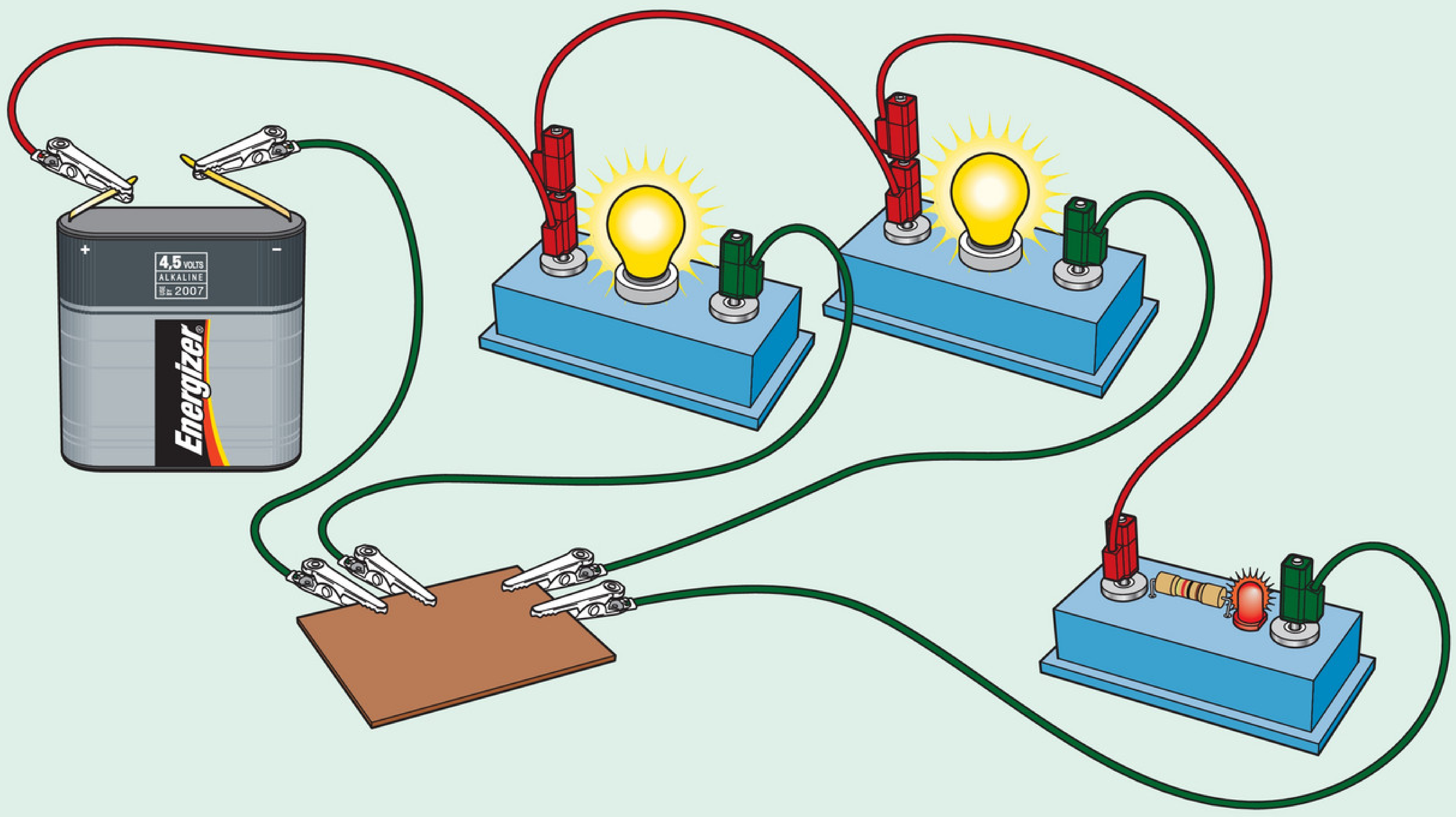
- Maak de draden met krokodillenbekjes vast aan het metalen plaatje.
In afbeelding 35 zie je het schema van de aansluiting.

1 Het lampje brandt WEL / NIET.

- Brandt het lampje niet, controleer dan de aansluiting.
- Brandt het lampje nog niet, vraag dan je leraar om hulp.

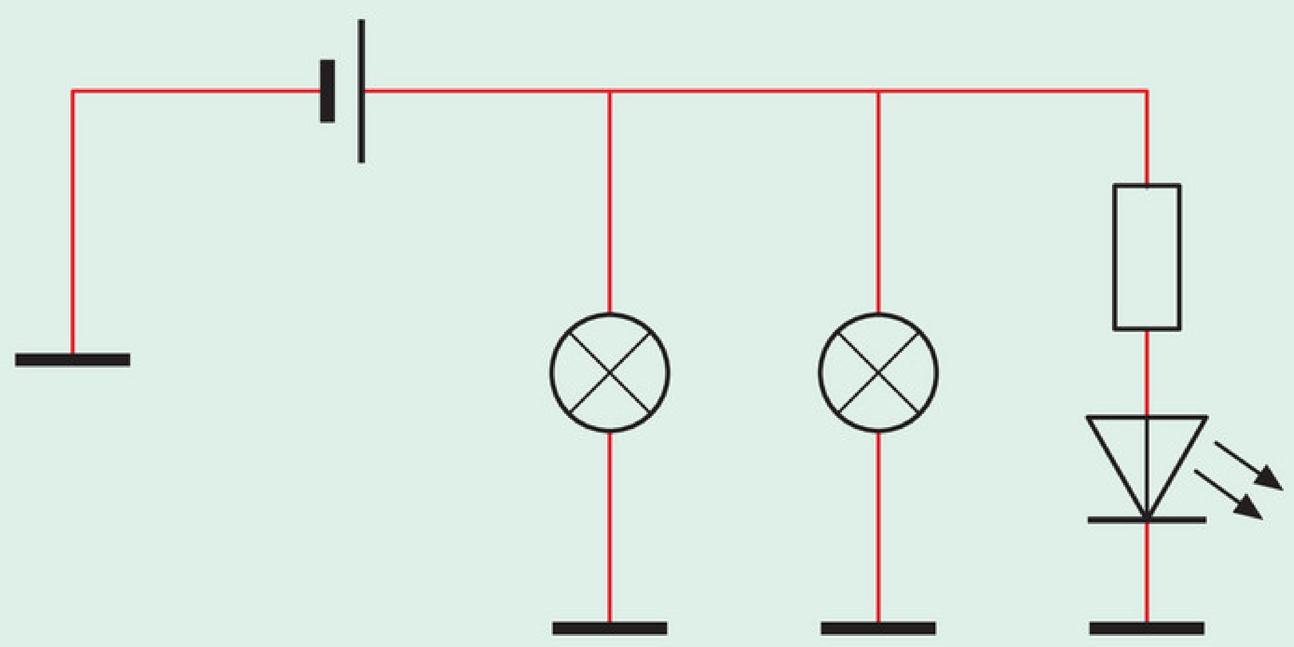
2 Het lampje brandt.
Welke uitspraak is juist?
☐ A Er is nu geen gesloten stroomkring.
☐ B Er is nu één gesloten stroomkring.
☐ C Er zijn nu twee gesloten stroomkringen.

- Maak de aansluiting van afbeelding 36.
- Zorg ervoor dat de lampjes en de led branden.



▲ **afbeelding 36**
twee lampjes en een led aangesloten op 'massa'

Als alles brandt, heb je de aansluiting gemaakt volgens het schema van afbeelding 37.



▲ **afbeelding 37**
twee lampjes en een led aangesloten op 'massa'

- Draai één van de lampjes los.

3 Wat gebeurt er met het andere lampje en de led?
☐ A Die gaan ook uit.
☐ B Die blijven branden.

4 De lampjes en de led zijn PARALLEL / IN SERIE geschakeld.

- Maak de draden los die de led aansluiten.
- Draai de led om en maak de draden weer vast.

5 De led brandt nu niet, omdat hij GELEIDT / SPERT.

- Verbind de draden weer zo dat de led brandt.

Stel je voor dat de led een controlelamp is voor twee lampen. Dit kunnen bijvoorbeeld mistlampen zijn aan de achterkant van de auto.

6 Als een van de lampen kapot is, brandt de controlelamp WEL / NIET.

- Draai één van de lampen los en kijk of je antwoord juist is.

7 Een controlelamp staat WEL / NIET parallel geschakeld.

8 Een controlelamp geeft aan dat er spanning op de lampen staat.
Een controlelamp geeft WEL / NIET aan of een van de lampen kapot is.

- Haal de krokodillenbek, die aan de min van de batterij zit, los van de massa.

9 Branden er nog (controle)lampen?
- ☐ A Alleen de controlelamp (de led) brandt.
- ☐ B Beide lampen branden nog.
- ☐ C Er brandt niets meer.
- ☐ D Er brandt nu één lamp.

- Maak de draad weer vast zodat alles weer brandt.
- Maak de draden van de led los van de massa en los van de lamp.
- De led doet nu helemaal niet meer mee.

10 Beide lampen staan nu PARALLEL / IN SERIE geschakeld.

11 Teken in afbeelding 38 het schema van de aansluiting die je nu hebt gemaakt.

▲ **afbeelding 38**
Teken het schema van de aansluiting.

Sleutelen aan auto's en motoren

Opleiding autotechnicus niveau 2

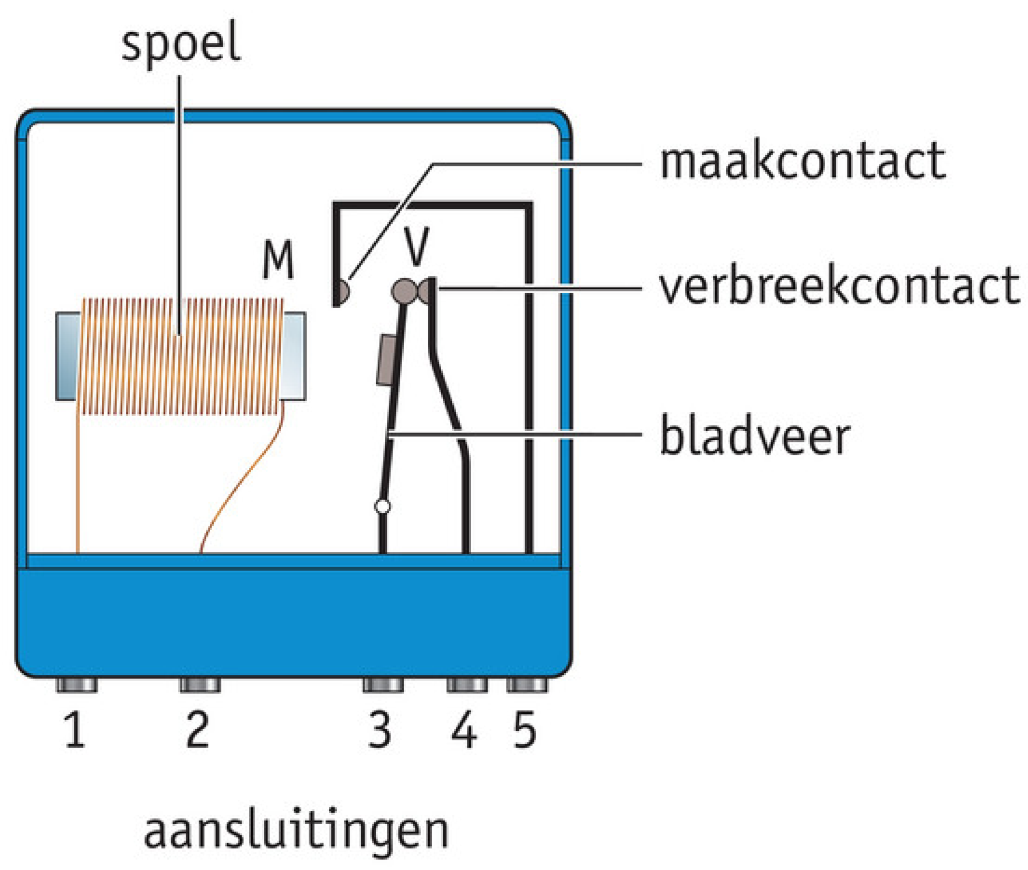
Sharon werkt als automonteur in een garage. Ze repareert auto's die kapot zijn. Ook de periodieke onderhoudsbeurt hoort erbij. Dat is bijvoorbeeld olie verversen en onderdelen afstellen. Bij een reparatie moet ze eerst uitzoeken wat er mis is. Sharon werkt ook aan de elektrische installatie van de auto.

▲ **afbeelding 39**
Sharon is autotechnicus.

Onthouden!

In een accu is chemische energie opgeslagen.
De chemische energie wordt omgezet in elektrische energie.
De startmotor krijgt elektrische energie van de accu.
Capaciteit is de totale hoeveelheid energie die een accu kan leveren.
De eenheid van capaciteit is ampère-uur (Ah).
De capaciteit van een batterij wordt gegeven in milli-ampère-uur (mAh).
capaciteit = stroomsterkte × tijd
De dynamo levert energie wanneer de motor loopt.
Als de motor niet loopt, levert de accu alle elektrische energie.
De zekeringen in een auto zijn smeltveiligheden.
In een auto gaat naar elk apparaat maar één draad.
De stroomkring wordt gesloten door de massa.
De massa is het metalen chassis van de auto.

5 Schakelen met relais en transistor



▲ **afbeelding 40**
schematische tekening van een relais

In de elektrische installatie van bijvoorbeeld een auto, een computer of een flipperkast zitten veel schakelaars die op afstand werken. Voorbeelden zijn het relais en de transistor.

Het relais

Een **relais** is een elektromagnetische schakelaar (afbeelding 40). In een relais zit een elektromagneet. Bij een gesloten stroomkring wordt de spoel magnetisch. De magneet trekt de bladveer aan. Het maakcontact sluit.

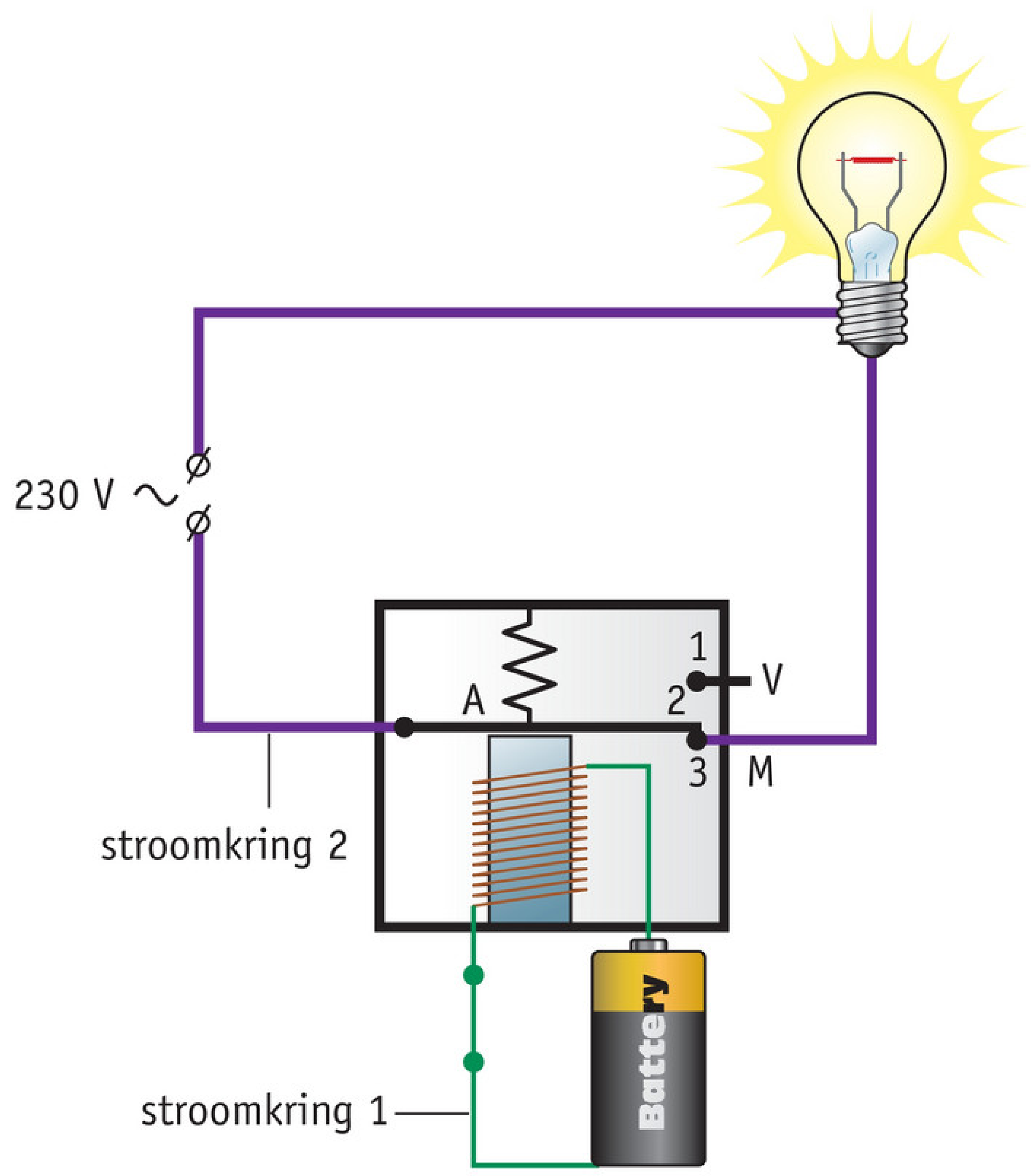
Een relais is aangesloten op minstens twee stroomkringen. In de eerste stroomkring zit de spoel (aansluiting 1 en 2). De tweede stroomkring is aangesloten op het contact van de bladveer (3) en op het **maakcontact** M (5) of het **verbreekcontact** V (4).

Hoe een relais werkt, kun je zien in afbeelding 41a en b. Het bewegende contact van een relais noem je ook wel het **anker** (A in de tekening). De lamp is aangesloten op het maakcontact.

tekening 41a

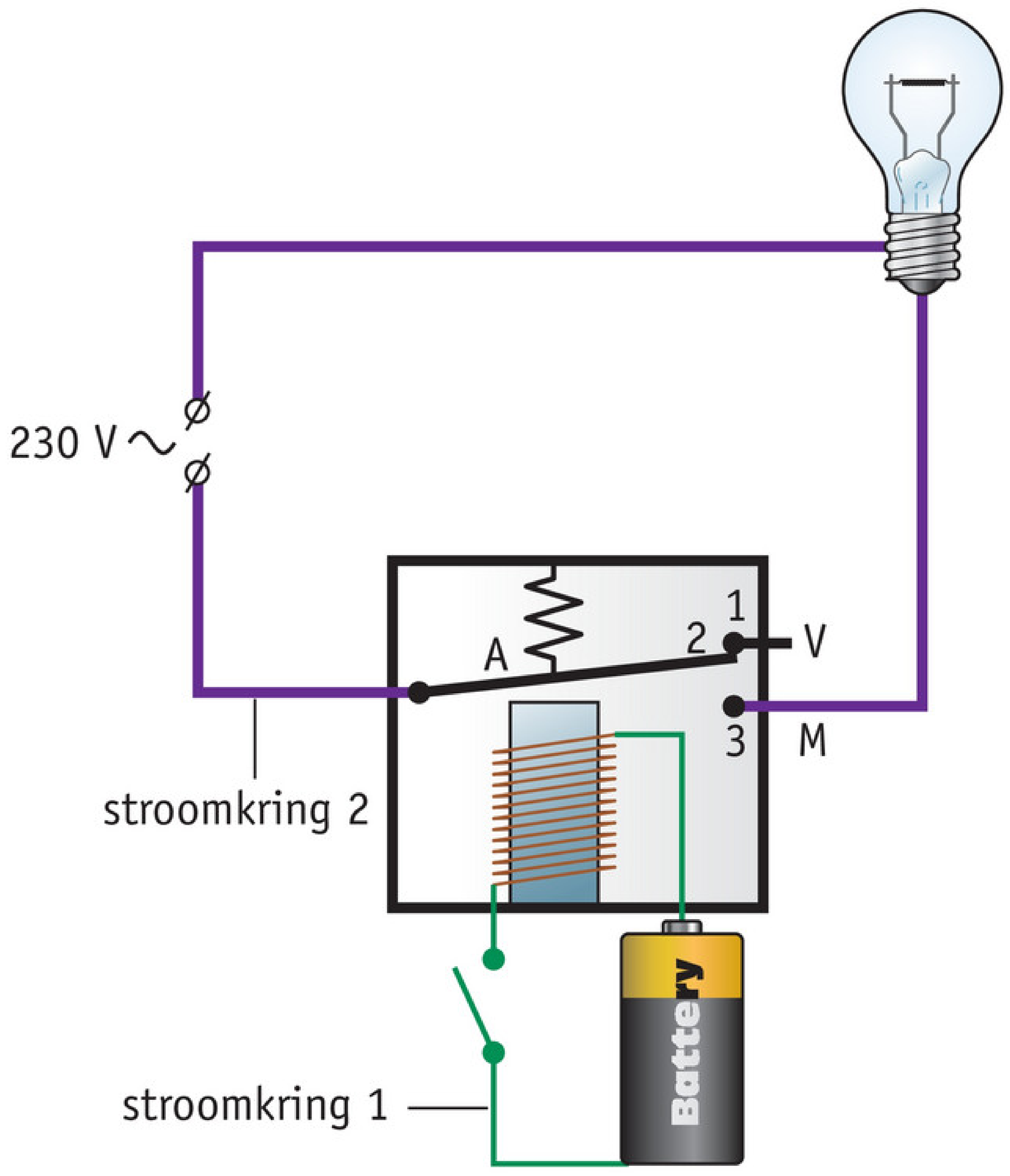
- Stroomkring 1 is gesloten door de schakelaar.
- De kern van de spoel is magnetisch.
- Het anker A wordt aangetrokken door de elektromagneet en maakt contact met M.
- Stroomkring 2 is gesloten. De lamp brandt.

▶ **afbeelding 41a**
Het relais is aangesloten op twee stroomkringen.



tekening 41b

- Stroomkring 1 is open, de schakelaar is nu open.
- De kern van de spoel is niet magnetisch.
- Het anker A wordt door de veer teruggetrokken en maakt contact met V.
- Stroomkring 2 is open. De lamp brandt niet.



▶ **afbeelding 41b**
Het relais is aangesloten op twee stroomkringen.

Opgaven

103 Wat voor schakelaar is een relais?

Een relais is een ____ schakelaar.

104 **a** Wanneer loopt er stroom door de lamp in afbeelding 41a en b?
Er loopt stroom door de lamp als er WEL / GEEN spanning op de relaisspoel staat.
b Wanneer loopt er geen stroom door de lamp in afbeelding 41a en b?
Er loopt geen stroom door de lamp als er WEL / GEEN spanning op de relaisspoel staat.

105 Waarom kan het anker van een relais niet van koper zijn?
- ☐ A Dan wordt het relais te zwaar.
- ☐ B Dan wordt het anker te warm.
- ☐ C Dan wordt het anker niet aangetrokken.

106 Voor welke contacten staan de letter M en V in het relais?

De letter M staat voor __________________________________.

De letter V staat voor __________________________________.

107 Wat gebeurt er als de spoel van een relais spanning krijgt?

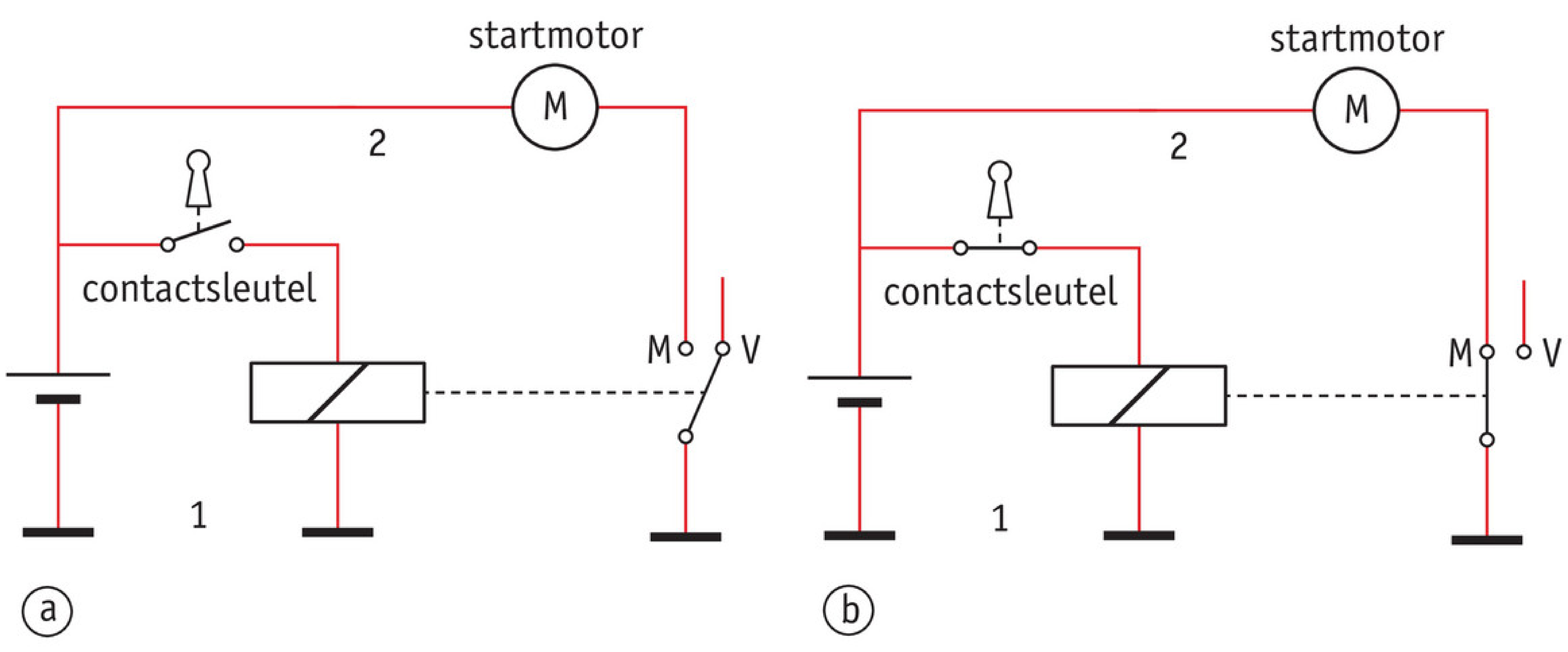
- ☐ A Het anker wordt aangetrokken en maakt verbinding met het maakcontact.
- ☐ B Het anker wordt aangetrokken en maakt verbinding met het verbreekcontact.
- ☐ C Het anker wordt niet aangetrokken en maakt verbinding met het maakcontact.
- ☐ D Het anker wordt niet aangetrokken en maakt verbinding met het verbreekcontact.

108 Teken in het vierkant van afbeelding 42 het symbool van een relais.

▲ **afbeelding 42**
Teken hier het symbool van een relais.

Schakelen met het maakcontact

De startmotor van een auto is aangesloten op het maakcontact (M) van een relais. De spanningsbron van het relais en van de startmotor is de accu. Het schema van deze aansluiting zie je in afbeelding 43.
In afbeelding 43a is er geen contact, de startmotor werkt niet. Met de contactsleutel (of startknop) sluit je stroomkring 1. De spoel in het relais wordt magnetisch. Het maakcontact wordt gesloten. Stroomkring 2 is nu gesloten. De startmotor gaat draaien (afbeelding 43b).



▲ **afbeelding 43**
De startmotor schakel je in met de contactsleutel (of startknop).

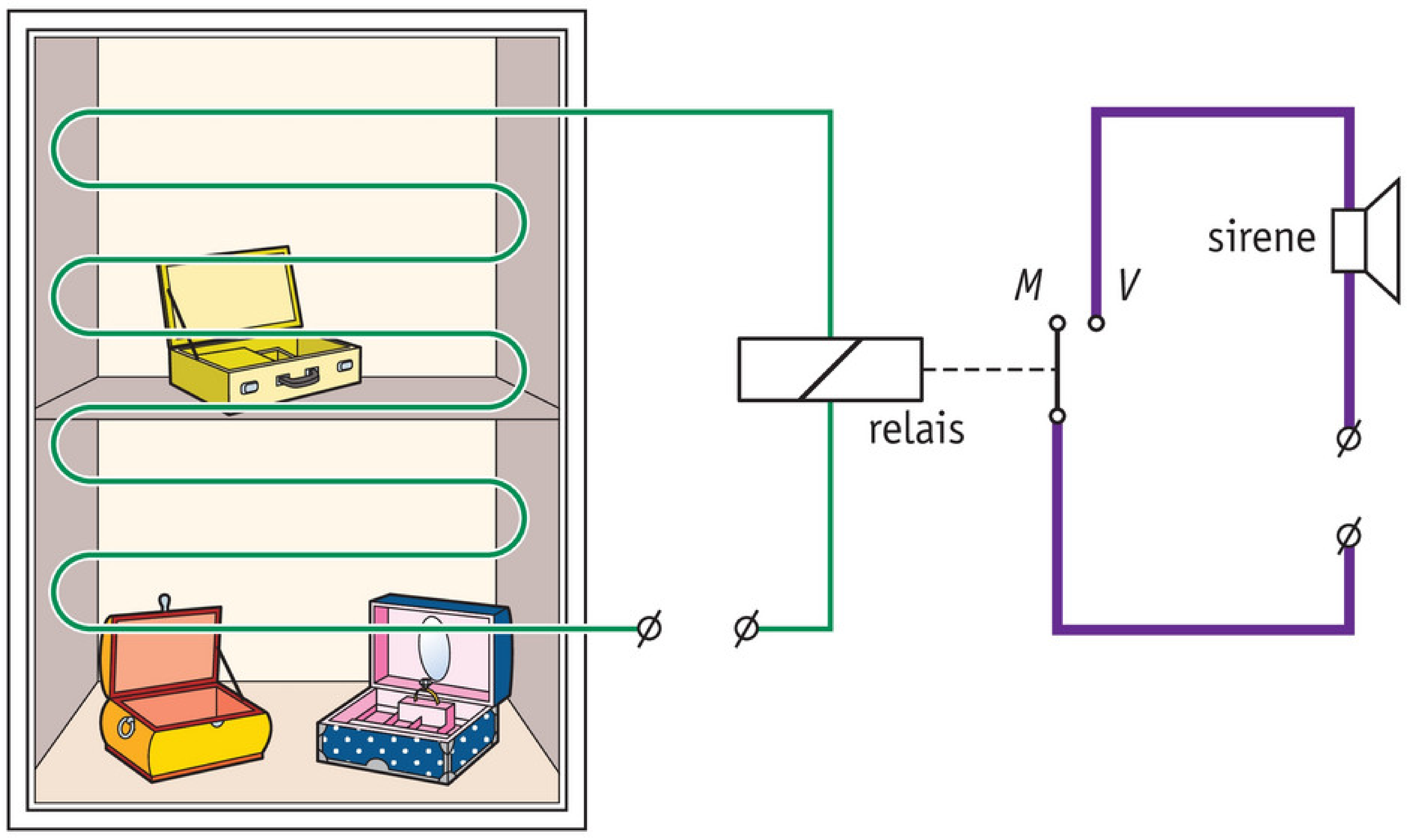
Schakelen met het verbreekcontact

Stroomkring 2 kun je ook aansluiten op het verbreekcontact van een relais. Dit gebeurt bij een inbraakbeveiliging.

Kijk naar afbeelding 44. De kast met juwelen is beveiligd met een schakeling met een relais.
Door het glas van de kast loopt een draad. Dit is stroomkring 1. De stroomkring is gesloten. Stroomkring 2 van het relais is aangesloten op het verbreekcontact. Stroomkring 2 is open.

Breekt een inbreker het glas, dan wordt stroomkring 1 onderbroken. De spoel van het relais is niet meer magnetisch. Het anker wordt niet meer aangetrokken. Het relais schakelt naar het verbreekcontact. Stroomkring 2 sluit. De sirene gaat loeien.

▶ **afbeelding 44**
inbraakbeveiliging met een relais



Opgaven

Gebruik bij de volgende opgaven afbeelding 44.

109 Als het glas heel is, is de stroomkring van de spoel WEL / NIET gesloten.

110 Als het glas heel is, is de stroomkring van de sirene WEL / NIET gesloten.

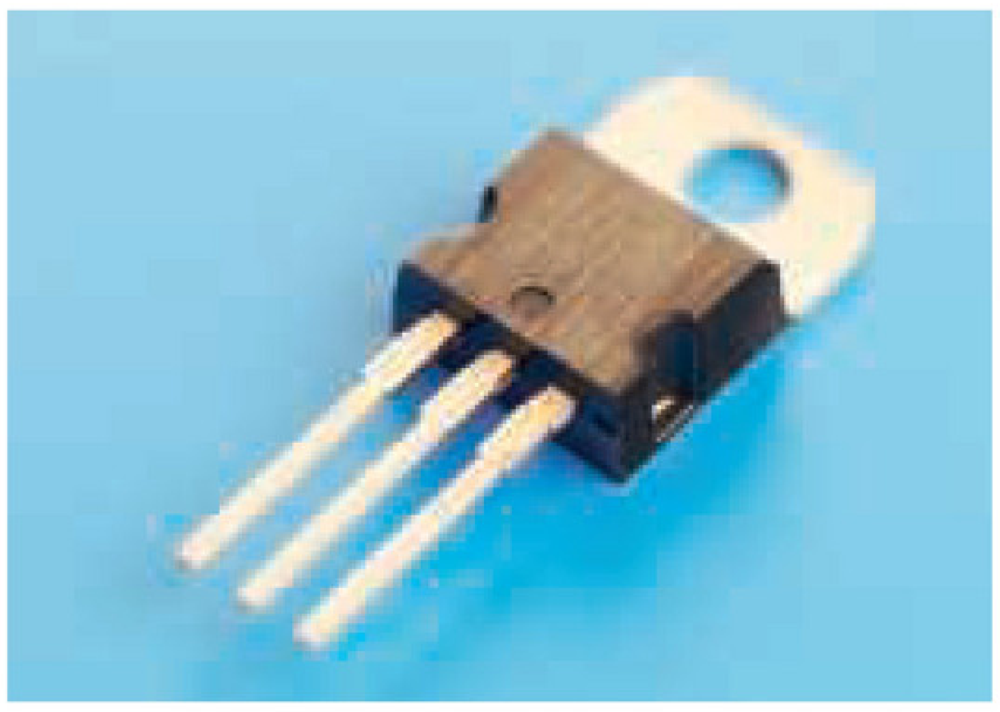
111 Wat gebeurt er als het glas breekt?
- **a** Als het glas breekt, is de stroomkring naar het relais WEL / NIET gesloten.
- **b** Als het glas breekt, schakelt het relais naar het MAAKCONTACT / VERBREEKCONTACT.
- **c** Als het glas breekt, gaat de sirene WEL / NIET af.

+112 Het relais en de sirene zijn aangesloten op de huisinstallatie. Als een inbreker de groep van de sirene uitschakelt, werkt het alarm niet meer. De juwelier wil daarom dat het alarm ook afgaat als iemand de huisinstallatie uitschakelt.
Op welke manier kan hij daarvoor zorgen?

____

____

____



▲ **afbeelding 45**
Een transistor heeft drie aansluitpunten.

Schakelen met een transistor

Een **transistor** is een halfgeleider met drie aansluitpunten (afbeelding 45). Een transistor wordt vaak gebruikt als automatische schakelaar, net als een relais. Een transistor heeft verschillende voordelen:

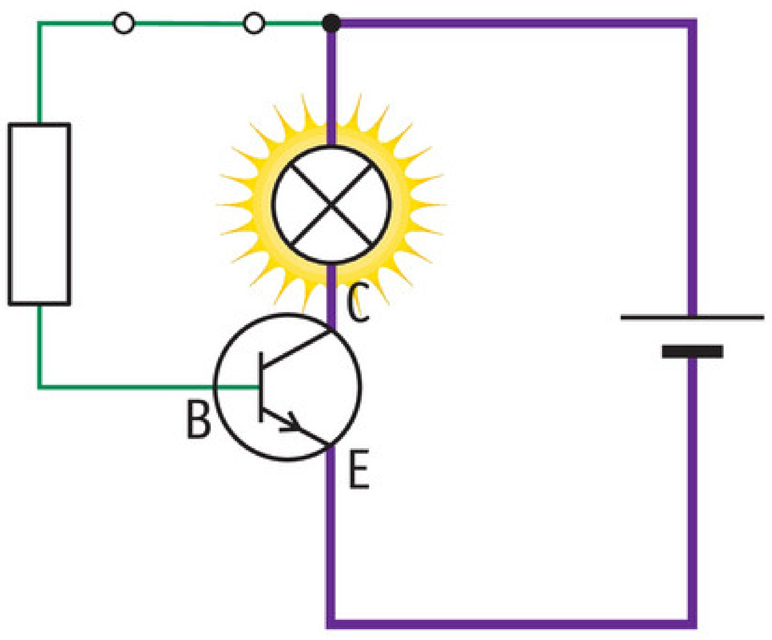
- Een transistor is kleiner dan een relais.
- Een transistor is goedkoper dan een relais.
- Een transistor heeft geen bewegende delen zoals een relais.
- Een transistor verbruikt minder elektrische energie dan een relais.

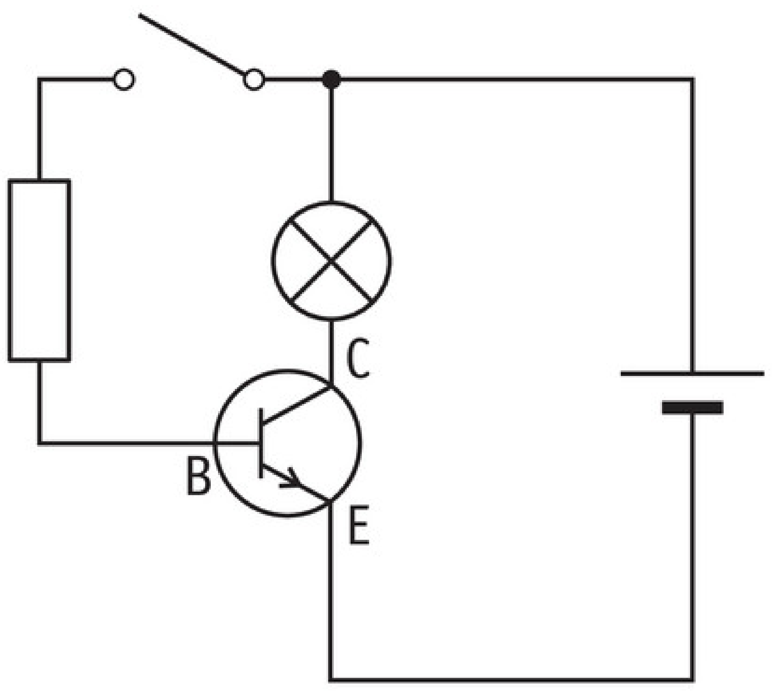
Een transistor wordt gebruikt om kleine stroomsterktes te schakelen. Een transistor werkt ook met twee stroomkringen en meestal met één spanningsbron.

Een transistor heeft drie aansluitpunten:

- de basis (B);
- de collector (C);
- de emitter (E).

Een transistor laat alleen stroom door als er spanning staat op de basis. Met de basis kun je de transistor aan- en uitzetten. Zo werkt de transistor als schakelaar. Dit zie je in afbeelding 46.
De stroomkring van de basis B is gesloten (de groene draden). Door de basis loopt dan een klein stroompje. De transistor laat nu stroom door. Van de collector C naar de emitter E loopt een grotere stroom (de paarse draden). Je gebruikt dus een kleine stroom om een grote stroom in te schakelen.





▲ **afbeelding 46**
de transistor als schakelaar

Loopt er geen stroom door de basis, dan laat de transistor geen stroom door. De lamp is uit.

Opgaven

113 De aansluitpunten van een transistor worden afgekort met B, C en E.
Wat zijn de namen die bij deze afkortingen horen?

B is de ____________________________.

C is de ____________________________.

E is de ____________________________.

114 Hoe schakelt de transistor aan en uit?
Als er geen stroom loopt door de basis, loopt er WEL / GEEN stroom door de collector en emitter.
Als er wel stroom loopt door de basis, loopt er WEL / GEEN stroom door de collector en emitter.

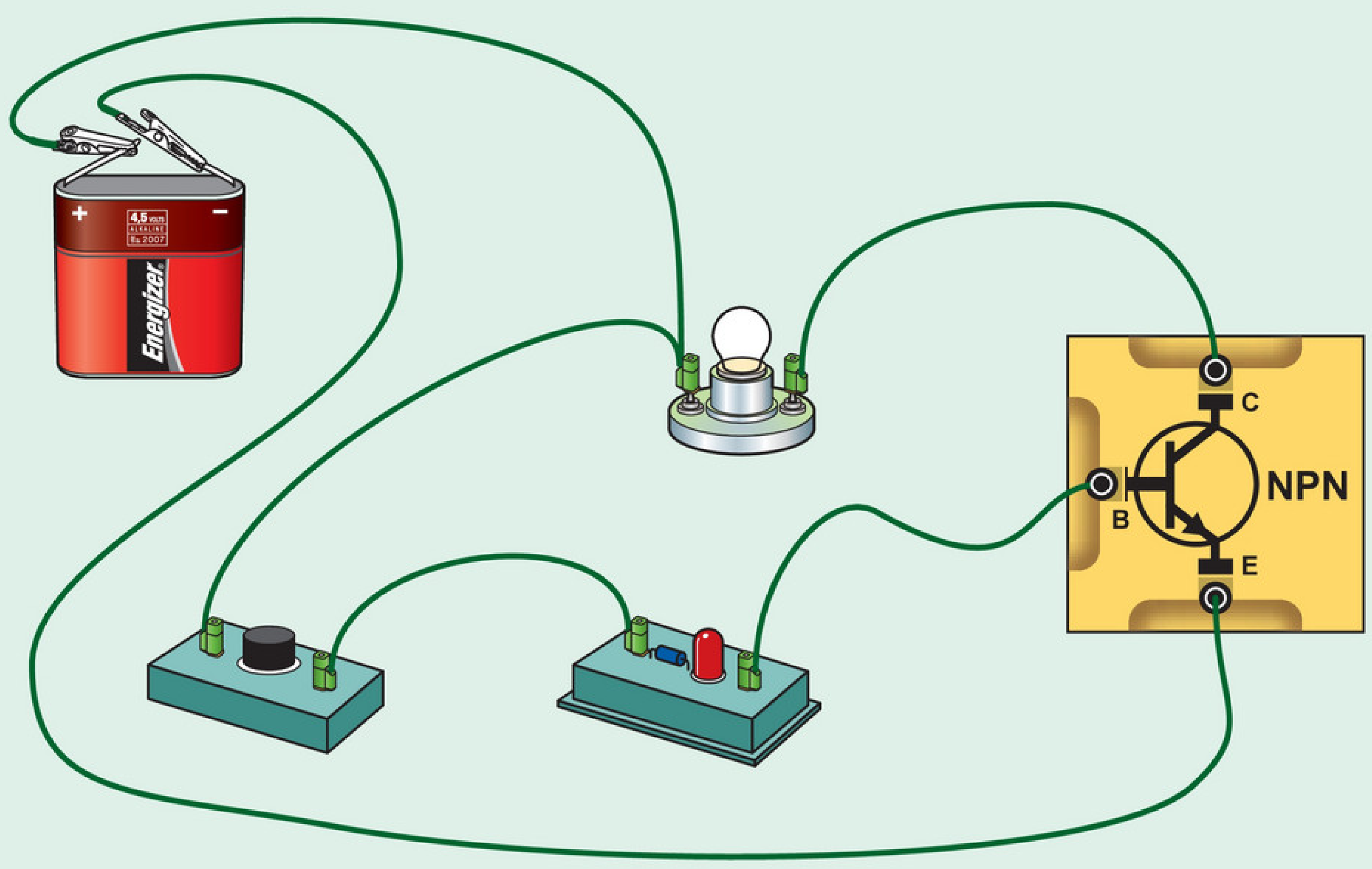
115 De stroom door de basis van een transistor is 0,5 mA.
Hoe groot is dan de stroom door de collector en de emitter?
- ☐ A De stroom door collector en emitter is groter dan 0,5 mA.
- ☐ B De stroom door collector en emitter is kleiner dan 0,5 mA.
- ☐ C De stroom door collector en emitter is ook 0,5 mA.

Proef 3 Schakelen met een transistor

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 platte batterij van 4,5 V
- ☐ 6 snoertjes
- ☐ 2 krokodillenbekjes
- ☐ 1 led met voorschakelweerstand (ongeveer 100 Ω)
- ☐ 1 lampje 6 V
- ☐ 1 lamphouder
- ☐ 1 transistor (NPN, bijvoorbeeld BD137 of BC547)
- ☐ 1 drukschakelaar

Uitvoering
Je gaat met een drukknop een lampje laten branden met behulp van een transistor.
Maak de schakeling van afbeelding 47 als volgt.

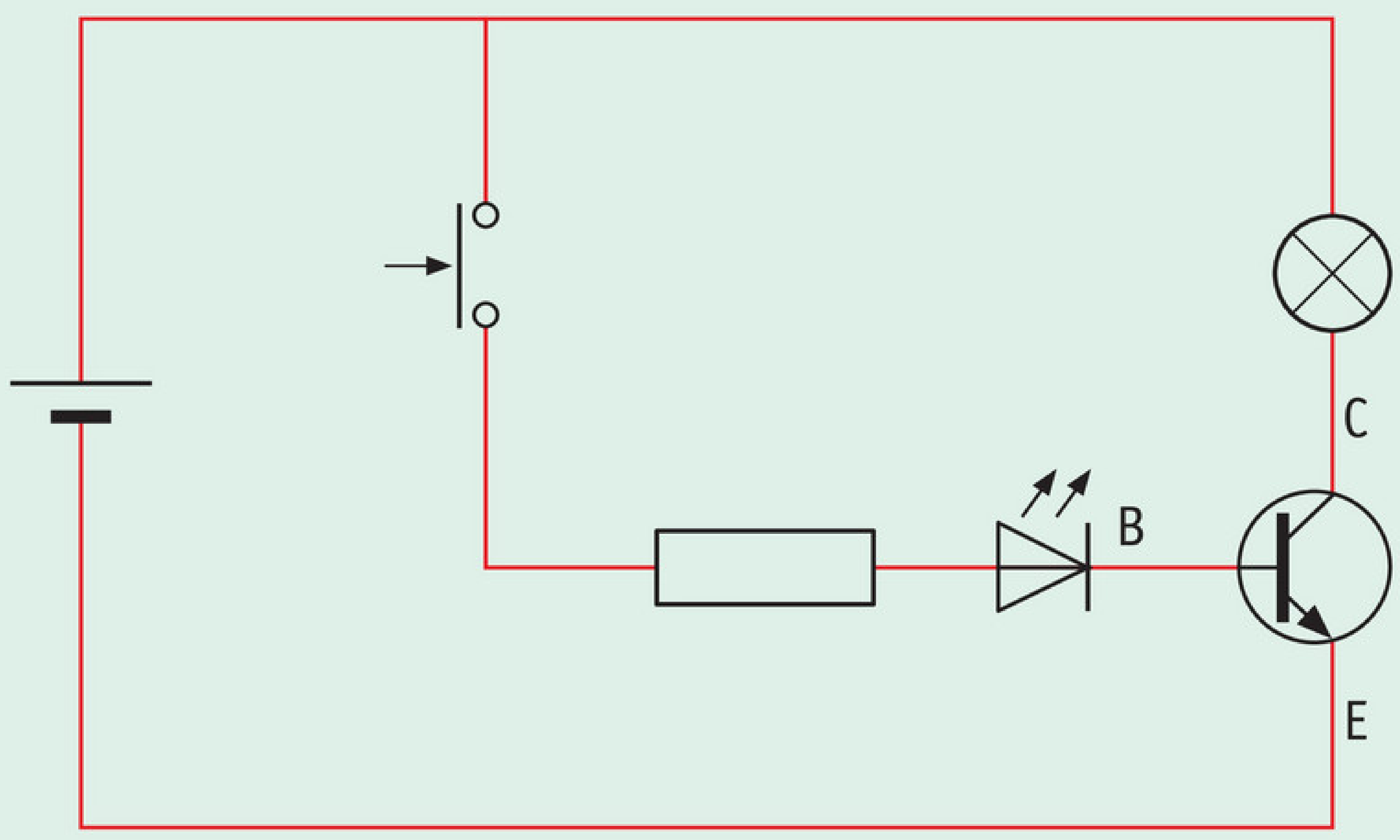
- Sluit de plus van de batterij aan op het lampje en op de drukschakelaar.
- Sluit het lampje aan op de collector van de transistor.
- Sluit de drukschakelaar aan op de voorschakelweerstand van de led.
- Sluit de led aan op de basis van de transistor.
- Sluit de emitter van de transistor aan op de min van de batterij.



▲ **afbeelding 47**
een lampje aangesloten met behulp van een transistor

Het schema van de schakeling die je gemaakt hebt zie je in afbeelding 48.

- Druk de knop van de drukschakelaar in en houd hem ingedrukt.



▲ **afbeelding 48**
het schema van de aansluiting

De lamp en de led moeten nu branden. Als dat niet zo is, controleer dan de aansluiting. Mocht je schakeling dan nog niet werken, vraag dan hulp aan je leraar.

- Houd de drukschakelaar ingedrukt.

1 De lamp en de led schakelen IN / UIT.

- Laat de drukschakelaar los.

2 De lamp en de led schakelen IN / UIT.

Stroomkring 1 loopt van de plus van de batterij naar de lamp, van de lamp naar de collector, door de emitter en weer terug naar de batterij.
Stroomkring 1 lijkt gesloten, maar de lamp brandt niet.

3 Er is dus WEL / GEEN verbinding tussen de collector en de emitter.

Stroomkring 2 loopt van de plus van de batterij naar de drukschakelaar, van de schakelaar via de weerstand naar de led, van de basis naar de emitter en zo terug naar de min van de batterij.

4 Stroomkring 2 is niet gesloten, omdat de schakelaar OPEN / GESLOTEN is.

- Houd de drukschakelaar ongeveer vijf seconden ingedrukt.

5 Wat gebeurt er in die vijf seconden?
☐ A Er loopt alleen stroom in stroomkring 1.
☐ B Er loopt alleen stroom in stroomkring 2.
☐ C Er loopt stroom in stroomkring 1 en stroomkring 2.

6 Er is nu WEL / GEEN verbinding tussen de collector en de emitter.

7 Waarom zit er een led in deze schakeling?
☐ A Dan kun je zien dat er stroom loopt in stroomkring 1.
☐ B Dan kun je zien dat er stroom loopt in stroomkring 2.

8 De stroom door de led is veel KLEINER / GROTER dan de stroom door de lamp.

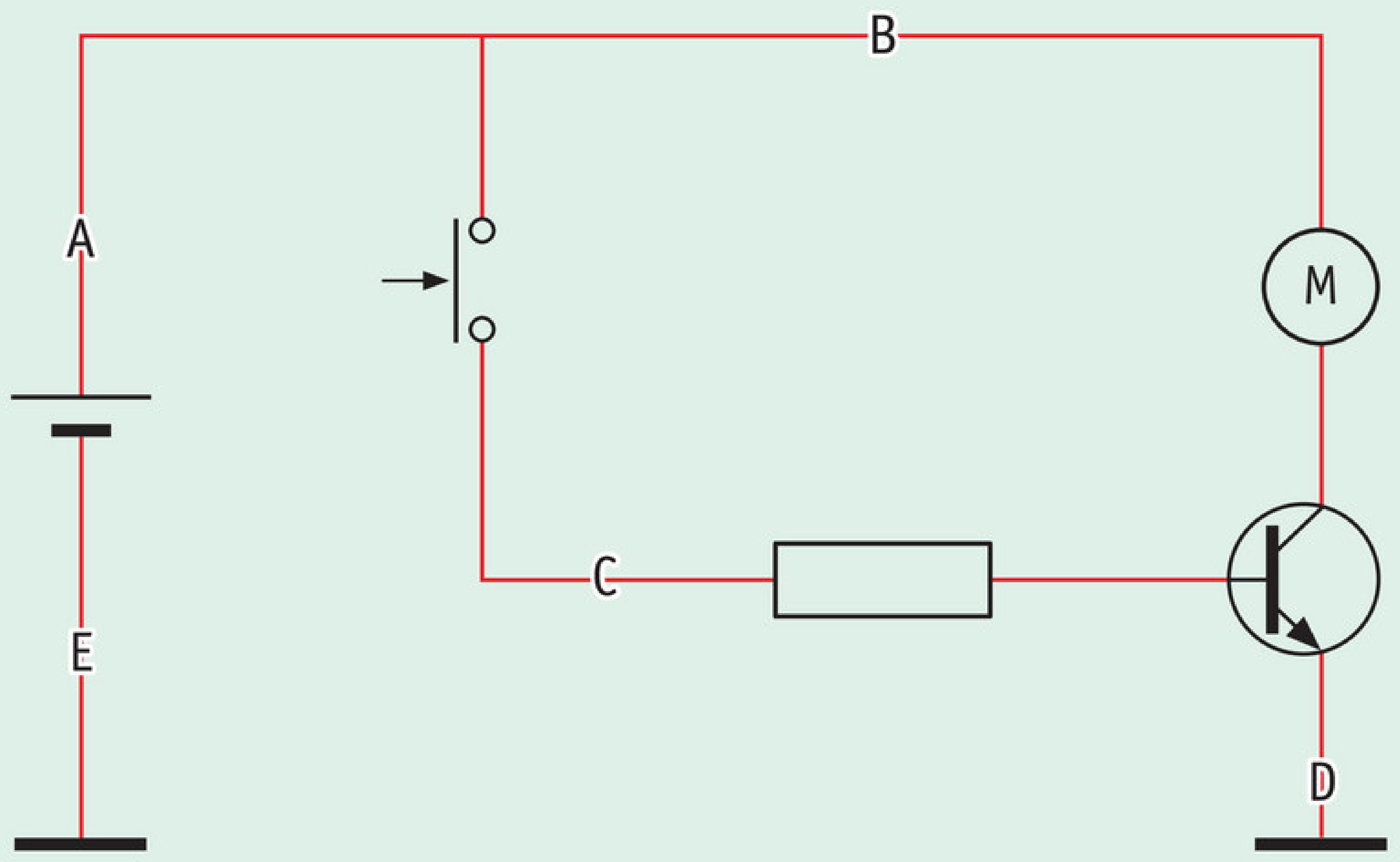
9 Wanneer loopt er stroom door de lamp?
☐ A Als er stroom loopt door de basis van de transistor.
☐ B Als er geen stroom loopt door de basis van de transistor.

- Draai het lampje los.
- Houd de drukschakelaar weer vijf seconden ingedrukt.

10 Wat gebeurt er met de led als de drukschakelaar is ingedrukt?
☐ A De led brandt nog wel.
☐ B De led brandt ook niet meer.

11 Welke stroomkringen zijn gesloten?
- ☐ A Alleen stroomkring 1 is gesloten.
- ☐ B Alleen stroomkring 2 is gesloten.
- ☐ C Stroomkring 1 en stroomkring 2 zijn gesloten.

+12 Stel je voor dat je met deze schakeling de startmotor van een auto moet inschakelen. Dan moet deze schakeling natuurlijk tegen kortsluiting worden beveiligd. Waar in afbeelding 49 moet dan de smeltveiligheid worden geplaatst? De smeltveiligheid moet komen op:
- ☐ A plaats A.
- ☐ B plaats B.
- ☐ C plaats C.
- ☐ D plaats D.
- ☐ E plaats E.



▲ **afbeelding 49**
schema met de startmotor van een auto

- Breek de schakeling voorzichtig af.
- Ruim alles netjes op.

Onthouden!

Een relais is een elektromagnetische schakelaar.
Een relais is aangesloten in minstens twee stroomkringen.
Een relais heeft een maakcontact en een verbreekcontact.
Het anker wordt wel of niet aangetrokken door de elektromagneet.
Voorbeeld van schakelen met het maakcontact: de startmotor van een auto.
Voorbeeld van schakelen met het verbreekcontact: een inbraakbeveiliging.
Een transistor is een halfgeleider met drie aansluitpunten:
- de basis B;
- de collector C;
- de emitter E.

Een transistor laat alleen stroom door als er spanning staat op de basis.

6 Examen doen

Elk hoofdstuk wordt afgesloten met een aantal examenvragen. Dat zijn vragen uit examens of schoolexamens van de afgelopen jaren. De eerste drie examenvragen zijn voorbeelden. Dan volgt het antwoord van de vraag en hoe je aan het antwoord kunt komen. Maak de vragen voordat je naar de antwoorden en de uitleg kijkt.
Daarna krijg je een aantal examenvragen om te oefenen.
De uitwerking van deze vragen kunnen in de les worden besproken. In de Test jezelf krijg je weer een aantal examenvragen.

Examenvraag 1

examen 2015, eerste tijdvak

Nachtlampje

Het vermogen van het lampje (afbeelding 50) is 0,6 W.
Het lampje gebruikt per nacht 4,8 Wh aan elektrische energie.
2p → Bereken hoeveel uur het lampje per nacht aanstaat.

▲ afbeelding 50

Examenvraag 2

examen 2011, eerste tijdvak

Waterkoker

De familie Jensen staat met de caravan op de camping. De caravan is aangesloten op de netspanning (230 V). Op deze camping is de maximale stroomsterkte per aansluitpunt 3 A.
Met een waterkoker wordt warm water gemaakt voor een kopje thee. De gegevens van de waterkoker staan op het typeplaatje (afbeelding 51). Tijdens het verwarmen van het water slaat de koelkast aan. De koelkast heeft een vermogen van 125 W.
3p → Laat met een berekening zien of de waterkoker tegelijk met de koelkast aan mag staan.

▲ afbeelding 51

Examenvraag 3

examen 2011, eerste tijdvak

De familie Jensen wil 2 L water aan de kook brengen met de waterkoker van 500 W (afbeelding 51).
Het apparaat doet hier een kwartier (0,25 uur) over.
1 kWh elektrische energie kost € 0,24.

3p → Bereken hoeveel het kost om het water aan de kook te brengen.

Antwoorden

Examenvraag 1

In je Binas tabel 10 Elektriciteit vind je de formule:
energie = vermogen × tijd
Schrijf altijd eerst de formule op.
Deze opgave kun je op twee manieren oplossen.
Manier 1, vul de gegevens in de formule in en reken uit:
energie = vermogen × tijd
4,8 Wh = 0,6 W × tijd
tijd = 4,8 Wh : 0,6 W
tijd = 8 uur
Manier 2, zet de formule om, vul de gegevens in en reken uit:
energie = vermogen × tijd
tijd = energie : vermogen
tijd = 4,8 Wh : 0,6 W
tijd = 8 uur

Examenvraag 2
Ook deze opgave kun je op twee manieren oplossen.
Manier 1, bereken het vermogen van de waterkoker en de
koelkast samen:
vermogen = vermogen van de waterkoker + vermogen van de koelkast
vermogen = 500 W (zie typeplaatje) + 125 W
vermogen = 625 W
Je kunt het maximale vermogen uitrekenen met de formule (Binas tabel 10):
vermogen = spanning × stroomsterkte
vermogen = 230 V × 3 A
vermogen = 690 W
De waterkoker en de koelkast mogen samen aanstaan, omdat het totale vermogen kleiner
is dan het maximale vermogen.
Manier 2, vul de gegevens in de formule in en bereken de stroomsterkte.
Het gemakkelijkste doe je dat door de formule om te zetten:
stroomsterkte = vermogen : spanning
stroomsterkte = 625 W : 230 V
stroomsterkte = 2,7 A
De stroom door beide toestellen is kleiner dan de maximaal toegestane stroom, dus beide toestellen
kunnen zonder probleem samen aanstaan.

Examenvraag 3
Bereken eerst hoeveel energie nodig is om het water aan de kook te brengen.
Reken het vermogen om: 500 W = 0,5 kW.
Schrijf de formule op, vul de gegevens in en reken uit:
energie = vermogen × tijd
energie = 0,5 kW × 0,25 uur
energie = 0,125 kWh
Bereken daarna de kosten.
1 kWh kost € 0,24, dus zijn de kosten voor 0,125 kWh:
kosten = 0,125 × € 0,24
kosten = € 0,03 (= 3 eurocent)

Opgaven

Maak gebruik van je Binas.

Acculader

examen 2011, eerste tijdvak

116 Op het typeplaatje van de oplader van een accuboormachine staan allerlei gegevens (afbeelding 52).

2p → Hoe groot is de stroomsterkte die de oplader kan leveren?

____

▲ afbeelding 52

117 Aan welk symbool in afbeelding 53 kun je zien dat de oplader dubbel geïsoleerd is?

▲ afbeelding 53

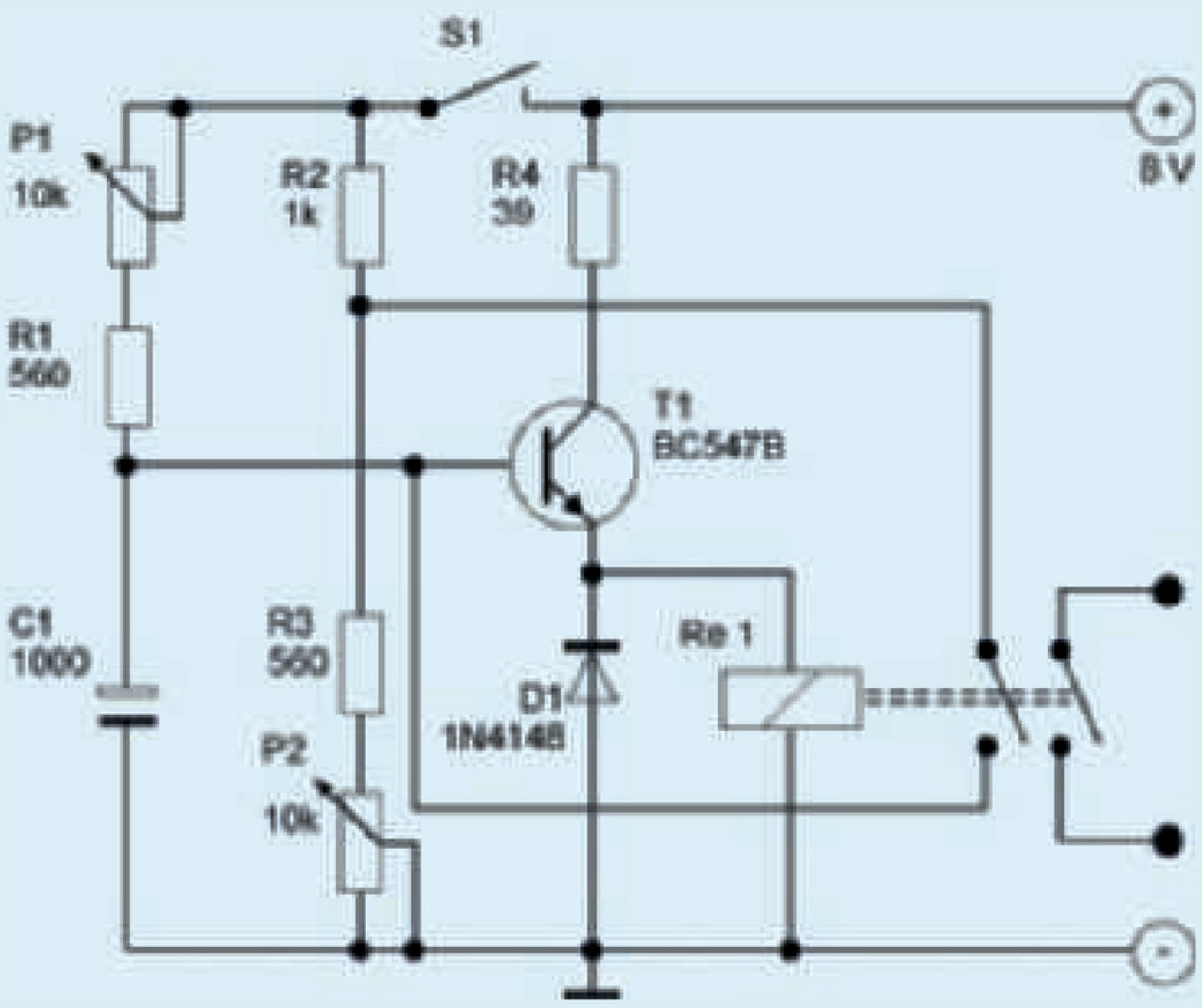
1p → Dat zie je aan:
- ☐ A symbool A.
- ☐ B symbool B.
- ☐ C symbool C.

Schema

examen 2011, eerste tijdvak

118 In het schema van afbeelding 54 zijn verschillende onderdelen als symbool getekend.

1p → Wat betekent het symbool T1?
- ☐ A diode
- ☐ B schakelaar
- ☐ C transistor
- ☐ D weerstand



◄ afbeelding 54

119 In het schema van afbeelding 54 is een relais opgenomen.
1p → Wat doet een relais?
- ☐ A Een relais verkleint de stroomsterkte.
- ☐ B Een relais bedient een schakelaar.
- ☐ C Een relais vergroot de stroomsterkte.

examen 2012, eerste tijdvak

Ultra-low vriezers

Er zijn vriezers die temperaturen tot wel –85 °C kunnen bereiken. Deze worden voornamelijk gebruikt in een laboratorium. Van zo'n vriezer zijn enkele gegevens bekend:

▼ tabel 4

technische beschrijving	
spanning lamp	230 V
vermogen pomp	700 W (0,7 kW)
buitenkant	roestvrij staal

120 De pomp van de vriezer staat 14 uur per dag aan.
3p → Bereken de energiekosten per dag als 1 kWh € 0,20 kost.

____

____

____

____

121 Als de temperatuur in de vriezer te hoog wordt, gaat er een geluidssignaal af.
1p → Welk onderdeel is daarom in het elektrisch circuit ingebouwd?
- ☐ A diode
- ☐ B LDR
- ☐ C NTC
- ☐ D zekering

122 De vriezer wordt aangesloten op het lichtnet. De buitenkant van de vriezer bestaat uit metaal. Je ziet drie stekkers (afbeelding 55).
1p → Welke stekker is het veiligst om te gebruiken?
- ☐ A stekker A
- ☐ B stekker B
- ☐ C stekker C

A B C

▲ afbeelding 55

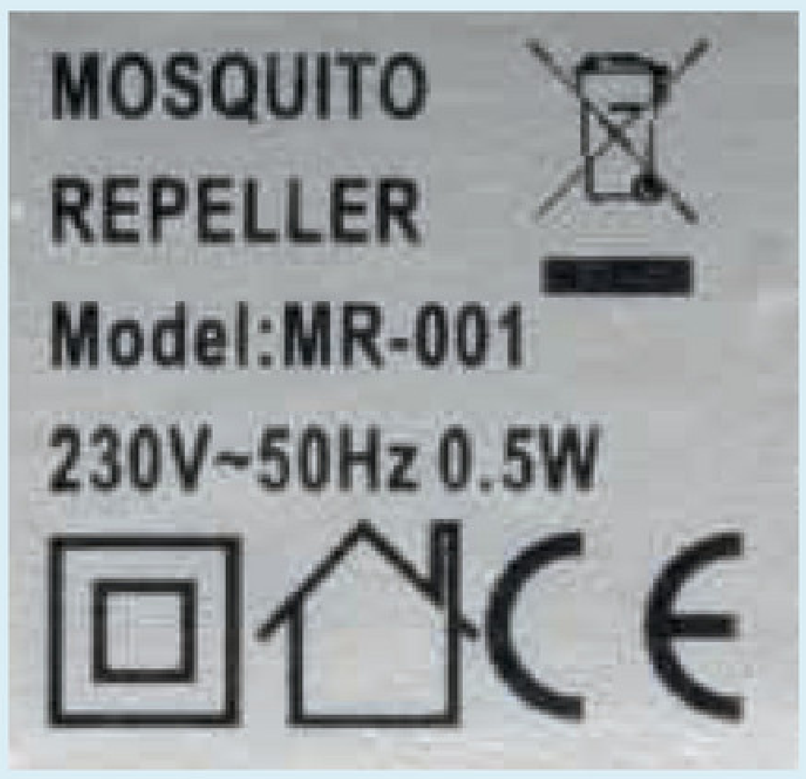
7 Test jezelf

Waar / niet waar-vragen

Bewering	waar	niet waar
1 Isolatie voorkomt kortsluiting tussen fase en nul.		
2 De kleur van de fasedraad is bruin.		
3 De kleur van de aardleiding is blauw.		
4 Capaciteit is de hoeveelheid energie die een accu kan leveren.		
5 Bij overbelasting raken fase en nul elkaar.		
6 Een relais dat schakelt, kan contacten maken en verbreken.		
7 Kortsluiting is hetzelfde als overbelasting.		
8 Wordt je huid nat, dan wordt je lichaamsweerstand groter.		
9 Een aardlekschakelaar schakelt uit bij een te grote lekstroom.		
10 Een smeltveiligheid staat parallel met de aangesloten apparaten.		
11 De massa van een auto is aangesloten op de plus van de accu.		
12 De eenheid van energie is W.		
13 Als de fasedraad de aardleiding raakt, is er kortsluiting.		
14 Een apparaat van kunststof is dubbel geïsoleerd.		
15 Vermogen is het energieverbruik per seconde.		
16 Een smeltveiligheid smelt door bij een grote lekstroom.		
17 In een auto wordt de stroomkring gesloten door de massa.		
18 Een relais is een elektromagnetische schakelaar.		
19 Als het rendement 30% is, is de verloren energie 70%.		
20 Een transistor laat alleen stroom door als er spanning staat op de collector.		

Examenvragen

1 In afbeelding 56 zie je het typeplaatje van een antimuggenstekker.
1p → Omcirkel in de afbeelding het gegeven of het symbool waarmee het vermogen wordt aangeduid.

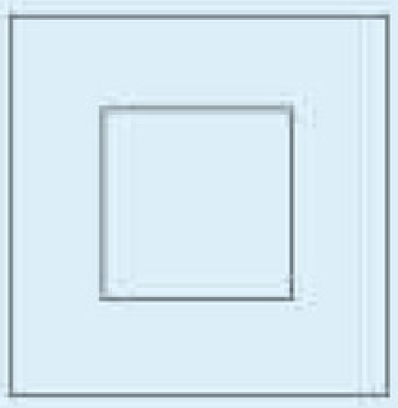


▲ afbeelding 56

2 Op het typeplaatje staat het symbool van afbeelding 57.
1p → Wat betekent dit symbool?

- ☐ A is erg stevig
- ☐ B is dubbel geïsoleerd
- ☐ C mag alleen binnenshuis worden gebruikt

Examen 2014, eerste tijdvak



▲ afbeelding 57

Om het water in een aquarium op temperatuur te houden, gebruik je een verwarming met ingebouwde thermostaat (temperatuur-regeling) (zie afbeelding 58).

3

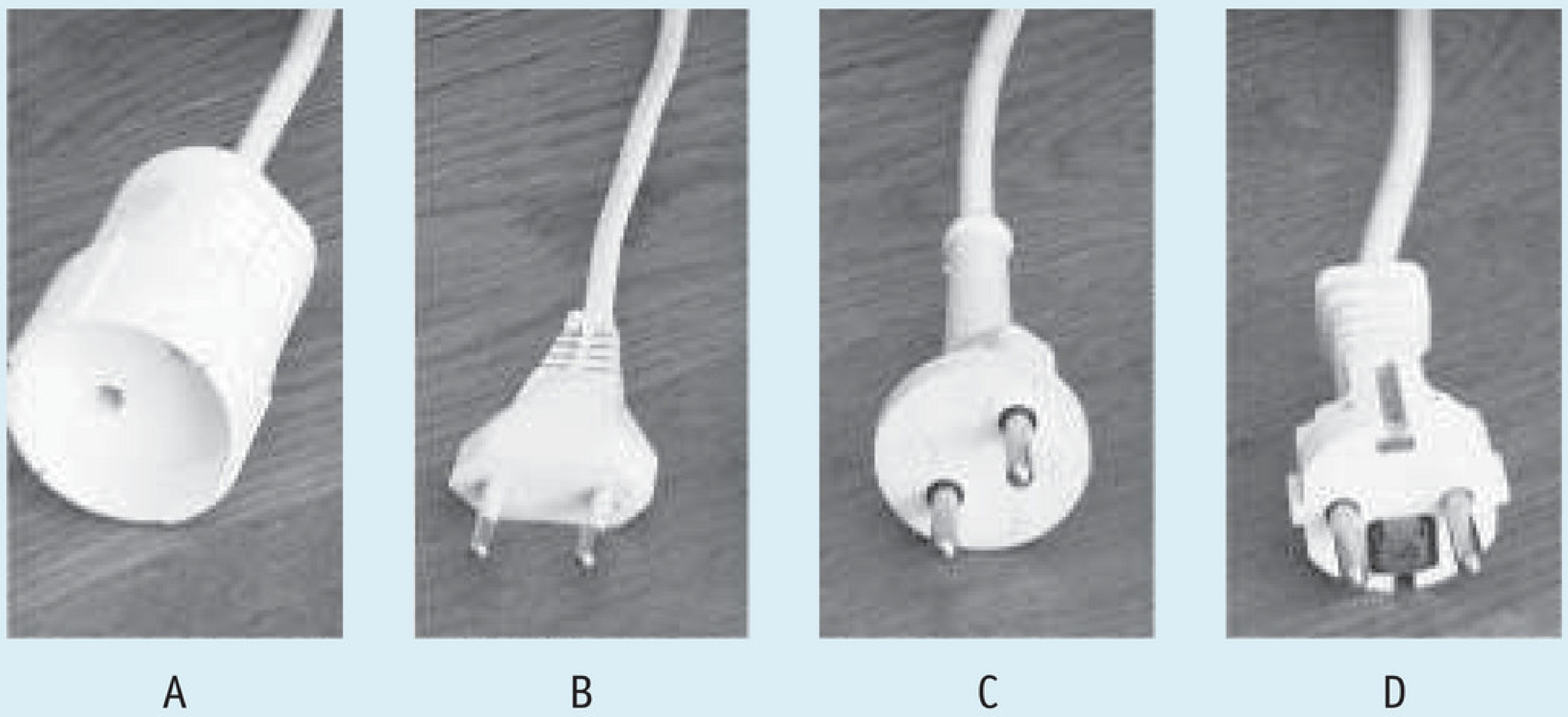
▲ afbeelding 58

1p → Welk onderdeel zit zeker in de thermostaat?

- ☐ A condensator
- ☐ B LDR
- ☐ C NTC
- ☐ D transistor

4 Zie afbeelding 59.
1p → Welke stekker hoort aan het snoer van de verwarming van het aquarium?

- ☐ A stekker A
- ☐ B stekker B
- ☐ C stekker C
- ☐ D stekker D



▲ afbeelding 59

5 Om het energieverbruik (in kWh) van de verwarming te kunnen berekenen, moet je een aantal grootheden weten.
2p → Kruis de twee grootheden aan die nodig zijn om het energiegebruik te berekenen.

▼ **tabel 5**

capaciteit	
temperatuur	
tijd	
vermogen	

Examen 2014, eerste tijdvak

6 In afbeelding 60 is het typeplaatje van een wasmachine afgebeeld.
1p → Hoe groot is het vermogen van de wasmachine?

Examen 2006, tweede tijdvak

▲ **afbeelding 60**

7 De motor van de wasmachine heeft een vermogen van 500 W. De motor draait een half uur tijdens het uitvoeren van het wasprogramma.
3p → Bereken hoeveel kWh de motor tijdens dit wasprogramma opneemt.

Examen 2006, tweede tijdvak

8 Tijdens het volledige wasprogramma wordt er 3,0 kWh energie opgenomen.
1 kWh kost € 0,24.

2p → Bereken de kosten van dit programma.

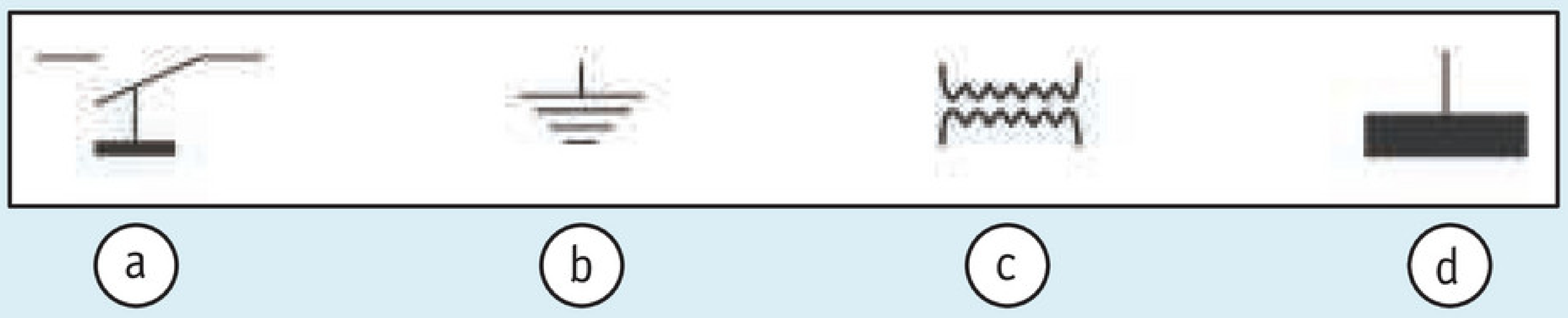
Naar examen 2006, tweede tijdvak

9 Om te voorkomen dat de metalen buitenkant onder spanning komt te staan, is de wasmachine voorzien van randaarde.

1p → Met welk symbool uit afbeelding 61 geef je de aardverbinding (randaarde) aan?

- ☐ A symbool a
- ☐ B symbool b
- ☐ C symbool c
- ☐ D symbool d

Examen 2006, tweede tijdvak



▲ **afbeelding 61**

10 Op de bovenleiding van de trein staat een hoge spanning. Om die reden is een isolator opgenomen in de ophanging van de kabels.

2p → Van welk materiaal kan die isolator gemaakt zijn?
Zet achter elk materiaal een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 6**

materiaal	wel	niet
aluminium		
glas		
koper		
porselein		

Examen 2011, eerste tijdvak

6 Geluid

Inhoud

Startvraag

Schrijf vier beroepen op die met geluid te maken hebben.

____

____

____

____

1 Trillingen en tussenstof

Je favoriete muziek klinkt uit je telefoon. Een deur slaat dicht met een klap. Leerlingen achter in het lokaal fluisteren. Geluid is overal.

Geluidsbronnen

Geluid wordt gemaakt door een **geluidsbron**. Sommige geluidsbronnen komen voor in de natuur. Je noemt dit **natuurlijke geluidsbronnen**. Andere geluidsbronnen zijn gemaakt door mensen. Dit zijn **kunstmatige geluidsbronnen**.

▲ **afbeelding 1**
Geluid is overal.

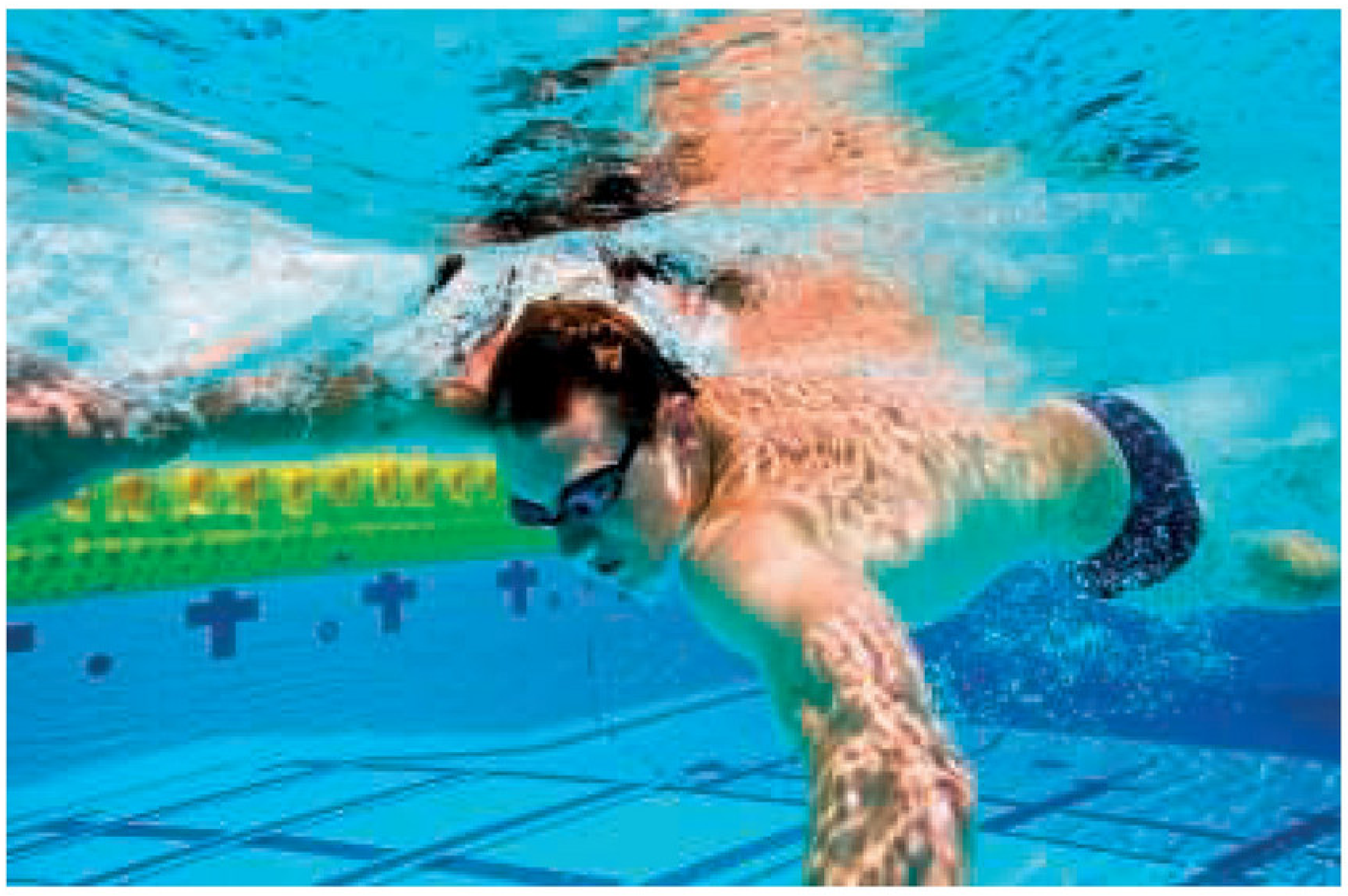
Trillingen

Geluid bestaat uit **trillingen**. In afbeelding 1 trilt de boorhamer. Daardoor gaat niet alleen de grond trillen, maar ook de lucht rond de boorhamer. De trillingen verspreiden zich door de lucht in alle richtingen. Op deze manier verplaatst het geluid zich. Als de trillende lucht bij je oor komt, gaat je trommelvlies trillen. Je hoort dan geluid.

Tussen de geluidsbron en je oor zit lucht. Die lucht is de tussenstof voor het geluid. De **tussenstof** geeft de trilling van de geluidsbron door aan je oor. Geluid heeft altijd een tussenstof nodig om zich te verplaatsen.

De tussenstof is vaak lucht, maar het kan ook een vloeistof of een vaste stof zijn. Als je onder water zwemt, hoor je ook geluid (afbeelding 2). De tussenstof voor het geluid is dan water.
Als de buurman een spijker in de muur slaat, hoor je de klappen van de hamer. De spijker en de stenen van de muur zijn dan ook een tussenstof.

▶ **afbeelding 2**
Met je oren onder water hoor je ook geluid.



Opgaven

1 Waardoor wordt geluid gemaakt?

Geluid wordt gemaakt door een ____.

2 Waaruit bestaat geluid?

Geluid bestaat uit ____.

3 Natuurlijke geluidsbronnen zijn WEL / NIET door mensen gemaakt.

4 Schrijf drie natuurlijke geluidsbronnen op.

- ____________________________
- ____________________________
- ____________________________

5 Schrijf vier kunstmatige geluidsbronnen op.

- ____________________________
- ____________________________
- ____________________________
- ____________________________

6 Hoeveel geluidsbronnen zijn er?

☐ A één
☐ B twee
☐ C vijf
☐ D meer dan vijf

7 Schrijf in de eerste kolom van tabel 1 drie geluiden op die je prettig vindt.
Schrijf in de tweede kolom waarom je dat geluid prettig vindt.

▼ **tabel 1** geluiden die je prettig vindt

prettig geluid	reden waarom je het geluid prettig vindt

8 Schrijf in de eerste kolom van tabel 2 drie geluiden op die je vervelend vindt.
Schrijf in de tweede kolom waarom je het geluid vervelend vindt.

▼ **tabel 2** geluiden die je vervelend vindt

vervelend geluid	reden waarom je het geluid vervelend vindt

9 Hoe verplaatst geluid zich?

____

10 Wat is nodig om trillingen door te geven?

Om trillingen door te geven, is ______________________ nodig.

11 Amin zegt: 'Geluid verplaatst zich alleen in lucht.'
Abdel zegt: 'Geluid verplaatst zich alleen in gassen en vloeistoffen.'
Wie heeft gelijk?

- ☐ A Amin heeft gelijk.
- ☐ B Abdel heeft gelijk.
- ☐ C Beiden hebben gelijk.
- ☐ D Geen van beiden heeft gelijk.

12 In kolom 3 van tabel 3 staan vijf verschillende stoffen.
Kan geluid zich door deze stoffen verplaatsen? Zet een kruisje in de goede kolom.

▼ **tabel 3**

stof	wel	niet
water		
lucht		
staal		
zeewater		
steen		

▲ **afbeelding 3**
Eerst zie je de flits, even later hoor je de knal.

De snelheid van geluid

Met oud en nieuw wordt vuurwerk afgestoken. Je ziet de vuurpijl uit elkaar spatten. Even later hoor je de knal (afbeelding 3). Het duurt even voordat het geluid bij je is. Dat komt doordat geluid zich minder snel verplaatst dan licht.

De snelheid waarmee geluid zich verplaatst, noem je de **geluidssnelheid**. De geluidssnelheid in lucht is 343 meter per seconde (343 m/s). Het geluid van vuurwerk op een afstand van 343 meter hoor je na 1 seconde. Het geluid van een sirene op een afstand van 686 meter hoor je na 2 seconden. Enzovoort.

De geluidssnelheid is in iedere tussenstof anders. In water is de geluidssnelheid 1480 m/s. Geluid gaat dus sneller door water dan door lucht. De snelheid van geluid in een stof kun je opzoeken in Binas. Dit staat in tabel 20, *Voortplantingssnelheid van geluid in enkele stoffen*.

Rekenen met geluidssnelheid

De afstand die geluid aflegt, kun je uitrekenen. Je gebruikt hiervoor de formule:

afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd

Voorbeeld 1
Je ziet een bliksemflits. 3 seconden later hoor je de donder.
Hoe ver is het onweer van je af?

In je Binas zoek je de snelheid op van geluid in lucht.
In tabel 20 staat:
lucht 343
(bij T = 20 °C = 293 K)
Dat betekent: de snelheid van geluid in lucht is 343 m/s bij een temperatuur van 20 °C.

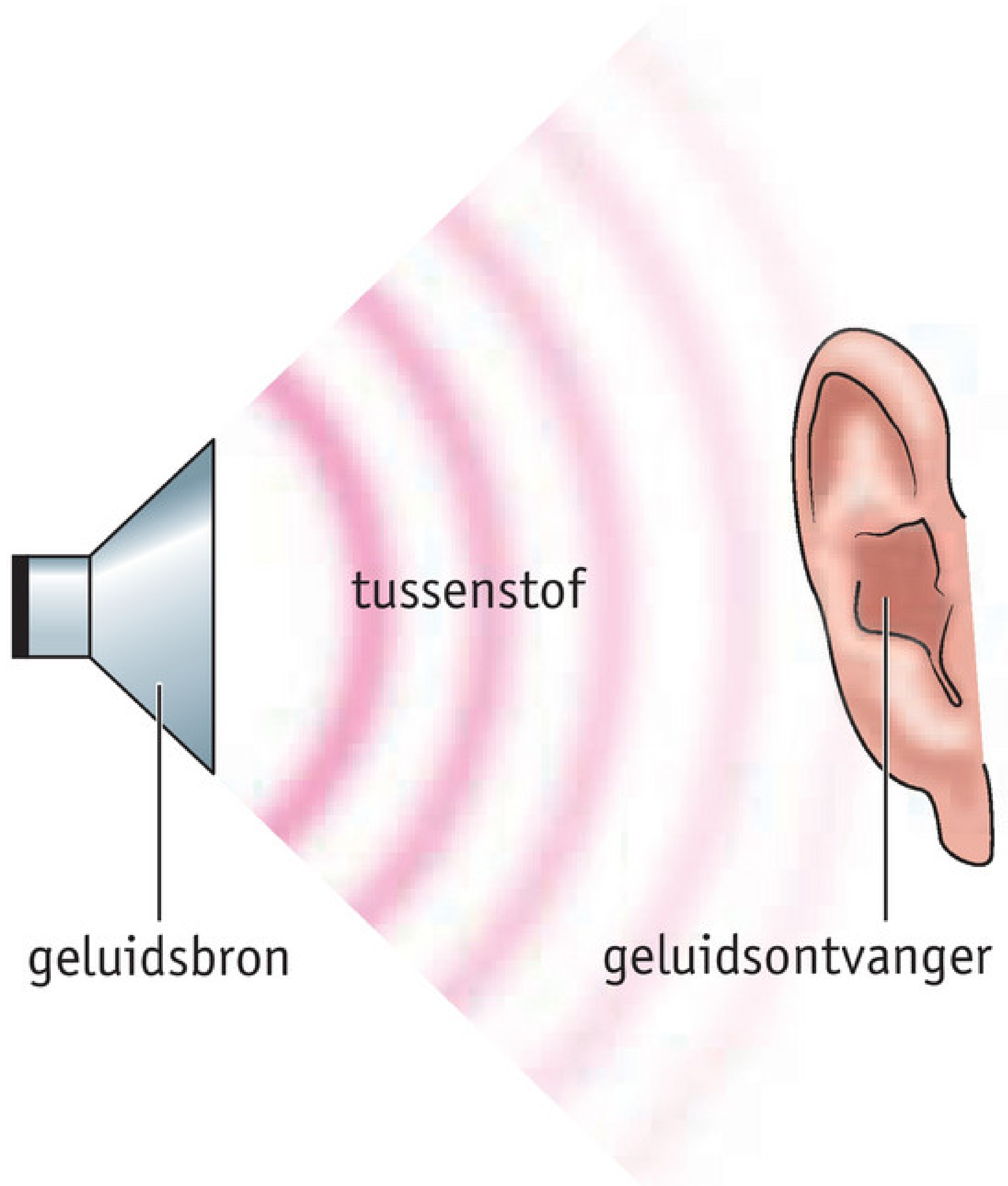
Schrijf eerst de formule op. Vul dan de getallen in.
De snelheid is: 343 m/s.
De tijd is: 3 s.

afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd
afgelegde weg van geluid = 343 m/s × 3 s
afgelegde weg van geluid = 1029 m
Het onweer is 1029 m van je af.

Geluid horen

Een geluidsbron maakt trillingen. De tussenstof geeft de trillingen door. De trillingen komen bij je oor. In je oor zit het trommelvlies. De trillende lucht laat het trommelvlies in je oor trillen. Je hoort dan geluid. Je oor is de **geluidsontvanger**. Een geluidsontvanger neemt het geluid waar (afbeelding 4).

▶ **afbeelding 4**
geluidsbron – tussenstof – geluidsontvanger



Een ander soort geluidsontvanger is een microfoon. Een microfoon zit bijvoorbeeld in je telefoon. De microfoon vangt het geluid op en zet het om in een elektrisch signaal. Net als je oor heeft een microfoon een onderdeel dat gaat trillen door geluid.

Opgaven

13 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *geluidsontvanger – hoort – oor – trillingen – trommelvlies – tussenstof.*

Geluid bestaat uit ______________________. De trillingen worden doorgegeven door

de ______________________. De trillingen komen bij je ______________________.

De trillende lucht laat het ______________________ in je oor trillen.

Je ______________________ dan geluid. Je oor is de ______________________.

14 Schrijf twee apparaten op waarin een geluidsontvanger zit.

– ______________________

– ______________________

15 In welke vaste stof is de voortplantingssnelheid van geluid het kleinst?
Gebruik tabel 20 van je Binas.

____

16 In welk gas verplaatst geluid zich het snelst? Gebruik tabel 20 van je Binas.

____

17 Met welke formule bereken je de afgelegde weg van geluid?

____

18 Petra ziet een vuurpijl ontploffen. Na 2 seconden hoort zij de knal van de ontploffing.
Op welke afstand van Petra is de vuurpijl ontploft?
Gebruik tabel 20 van je Binas.

De geluidssnelheid in lucht is ____________ m/s.

De tijd voordat Petra het geluid hoort, is ____________ s.

afgelegde weg van geluid = ____

afgelegde weg van geluid = ____________ m/s × ____________ s

afgelegde weg van geluid = ____________ m

De vuurpijl is op ____________ m van Petra ontploft.

19 Rashid ziet in de verte een auto uit de bocht vliegen. De auto botst tegen een paal.
Na 0,4 seconden hoort hij de klap van de botsing.
Hoe ver is Rashid van de auto vandaan?

De geluidssnelheid in lucht is ____________ m/s.

De tijd is ____________ s.

afgelegde weg van geluid = ____

afgelegde weg van geluid = ____________ m/s × ____________ s

afgelegde weg van geluid = ____________ m

Rashid is ____________ m van de auto vandaan.

20 In tabel 4 staan enkele stoffen.
Zoek de geluidssnelheid in deze stoffen op (gebruik je Binas).
Schrijf de snelheden in m/s in de tabel.

▼ **tabel 4** geluidssnelheid in verschillende stoffen

stof	geluidssnelheid
beton	
glas	
olie	
steen	
water	
waterstof	

21 In de winter kan in de bergen een lawine ontstaan (afbeelding 5). Bij een lawine schuift een grote lading sneeuw in één keer van de berg af. Een lawine maakt veel geluid.
Angela ziet een lawine naar beneden komen. 4 seconden later hoort zij het geluid van de lawine. De geluidssnelheid is 343 m/s.
Hoe groot is de afstand tussen Angela en de lawine?

- ☐ A 343 m/s : 4 s = 85,75 m
- ☐ B 343 m/s : 2 s = 171,5 m
- ☐ C 343 m/s × 2 s = 686 m
- ☐ D 343 m/s × 4 s = 1372 m

▲ **afbeelding 5**
Een lawine kan veel lawaai maken.

22 Er wordt een grote fabriekshal gebouwd. De lengte van de hal is 100 m. De monteurs beginnen met de staalconstructie. Frans slaat met een hamer op één van de stalen balken. Honderd meter verder hoort Bart het geluid van de slag.
Hoe komt het geluid bij Bart?

- ☐ A door de hamer
- ☐ B door de lucht
- ☐ C door de vloer
- ☐ D door de wind

23 Frans zegt dat de geluidssnelheid in lucht even groot is als in een stalen balk.
Bart zegt dat de geluidssnelheid in de stalen balk groter is dan in lucht.
Wie heeft gelijk?
FRANS | BART

+24 Op de zon zijn enorme explosies van waterstof. De zon is zo ver weg dat wij die explosies niet kunnen horen.
Wat is nog een andere reden dat wij die explosies op aarde niet horen?

____

____

Onthouden!

Geluid wordt gemaakt door een geluidsbron.
Geluid bestaat uit trillingen.
De tussenstof geeft de trilling van de geluidsbron door aan de geluidsontvanger.
De tussenstof kan lucht zijn, maar ook een vloeistof of een vaste stof.
De geluidssnelheid is de snelheid waarmee geluid zich verplaatst.
De geluidssnelheid is voor iedere tussenstof anders.
De afstand die geluid aflegt, kun je uitrekenen met de formule:
afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd

2 Hoog en laag geluid

Bij muziek moeten de tonen zuiver zijn. Verkeerde tonen maken muziek vals. Een toon kan te hoog of te laag zijn.

▲ **afbeelding 6**
Door de spanning van de snaren te veranderen wordt de toon hoger of lager.

Toonhoogte

Met je stem kun je hoge en lage tonen maken. Als je op een hoge toon praat, voel je het geluid hoog in je hoofd. Praat je met een heel lage stem, dan voel je het geluid laag in je keel.
Ook muziekinstrumenten kunnen hoge en lage tonen maken. Bijvoorbeeld een gitaar (afbeelding 6).

Een korte dunne gitaarsnaar trilt snel. Als je deze snaar aanslaat, hoor je een hoge toon. Bij een **hoge toon** zijn de trillingen snel. Een lange dikke gitaarsnaar trilt langzamer. De toon van deze snaar is lager. Bij een **lage toon** zijn de trillingen langzaam.

Als je een gitaar een tijdje niet hebt gebruikt, klinken de snaren vals. Dat komt doordat de spanning van de snaren niet goed meer is. Je moet de snaren van de gitaar dan stemmen.
Elke snaar zit vast aan een stemschroef. Met die schroef kun je de snaar strakker of losser draaien. Zo verander je de **toonhoogte** van de snaar. Maak je de snaar losser, dan wordt de toon lager. Draai je de snaar strakker, dan wordt de toon hoger.

Frequentie

De toonhoogte van een geluid hangt af van het aantal trillingen per seconde. Bij een snelle trilling zijn er veel trillingen per seconde. Je hoort dan een hoge toon. Een ander woord voor het aantal trillingen per seconde is **frequentie**. Bij een hoge frequentie heb je een hoge toon.

Bij muziek worden de tonen aangegeven met letters. De tweede snaar van een gitaar geeft bijvoorbeeld de toon A. De toon A heeft een frequentie van 440 trillingen per seconde.
1 trilling per seconde noem je 1 **hertz**.
Je zegt: de toon A heeft een frequentie van 440 hertz.
Frequentie kun je afkorten met f. Hertz kun je afkorten met **Hz**.
Je schrijft dan: f = 440 Hz.

Proef 1 Hoge en lage tonen

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 stemvork van 440 Hz
- ☐ 1 stemvork van 1200 Hz
- ☐ 1 klankkast
- ☐ 1 hamertje

Uitvoering

- Pak de stemvork van 440 Hz (zonder klankkast).
- Sla tegen de stemvork met het hamertje.

1 Hoor je het geluid hard of zacht?
☐ A hard
☐ B zacht

- Zet de stemvork op de klankkast.
- Sla tegen de stemvork met het hamertje.

2 Hoor je het geluid nu harder of zachter?
Ik hoor het geluid HARDER / ZACHTER.

3 Het geluid wordt door de klankkast VERSTERKT | VERZWAKT.

4 Waarvoor dient de klankkast van de gitaar van afbeelding 7?
Streep door wat fout is.
Door de klankkast klinkt het geluid
LAGER / HARDER / HOGER / ZACHTER.

▲ **afbeelding 7**
Een gitaar heeft een klankkast.

- Pak de stemvork van 1200 Hz.

5 Hoe vaak trilt deze stemvork als je hem aanslaat?
☐ A 1200 keer
☐ B 1200 keer per seconde
☐ C 1200 keer per minuut
☐ D 1200 keer per uur

- Sla tegen de stemvork met het hamertje.
- Houd de stemvork dicht bij je oor.
- Je moet het geluid kunnen horen.

6 Vergelijk het geluid van de stemvorken.
☐ A Het geluid van de stemvork van 440 Hz is het hoogst.
☐ B Het geluid van de stemvorken is even hoog.
☐ C Het geluid van de stemvork van 1200 Hz is het hoogst.

7 Welke stemvork trilt het snelst?
De stemvork van 440 Hz | 1200 Hz trilt het snelst.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

25 Waaruit bestaat het geluid van muziek?
- ☐ A alleen uit lage tonen
- ☐ B alleen uit hoge tonen
- ☐ C uit verschillende tonen
- ☐ D Het geluid van muziek heeft geen verschil in toonhoogte.

26 Hoe noem je muziek als de frequentie van een toon verkeerd is?
- ☐ A te hard
- ☐ B te zacht
- ☐ C vals
- ☐ D verouderd

27 Bij hoge tonen zijn de trillingen SNEL / LANGZAAM.

28 Een langzaam trillende snaar geeft een LAGE / HOGE toon.

29 Een vioolsnaar geeft een te lage toon en klinkt daardoor vals.
Hoe geef je de snaar weer de goede toonhoogte?
Door de snaar STRAKKER / LOSSER te spannen.

30 Hoeveel hertz is 50 trillingen per seconde?

____

31 Het aantal trillingen in 1 seconde noem je de ____.

32 Wat is de afkorting voor frequentie?

____

33 Bij muziek worden de tonen aangegeven met LETTERS / GETALLEN.

34 Wat wordt aangegeven met: ‘De frequentie is 500 Hz’?
- ☐ A hoe hard het geluid is
- ☐ B de toonhoogte
- ☐ C de toonsoort

35 Wat is de eenheid van frequentie?

____

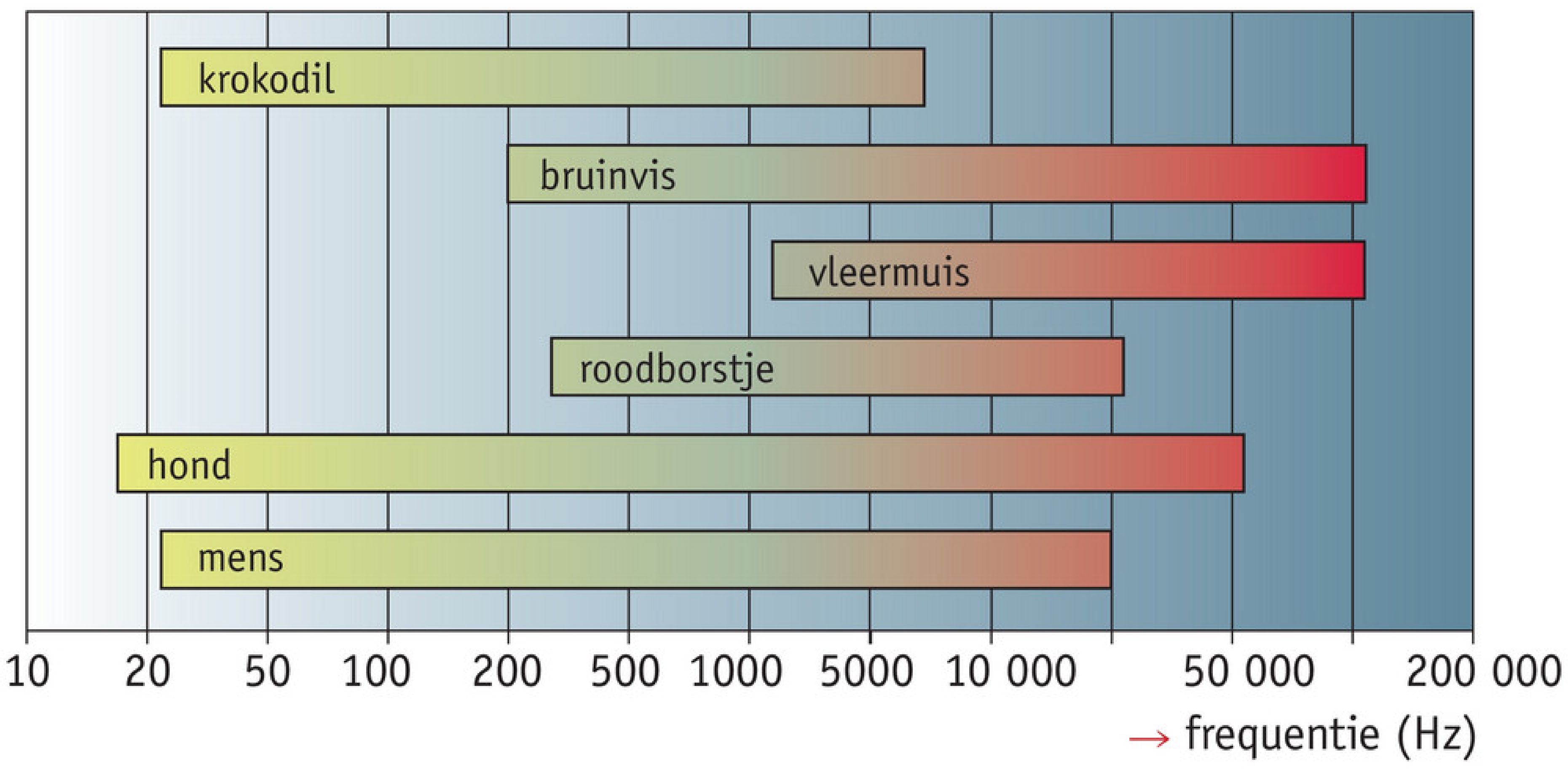
Frequentiebereik

Mensen kunnen niet alle geluiden horen. Tonen van minder dan 20 Hz horen mensen niet. Ook tonen van meer dan 20 000 Hz kunnen mensen niet horen. 20 Hz en 20 000 Hz zijn de **gehoorgrenzen** van mensen. Het gebied tussen de gehoorgrenzen noem je het **frequentiebereik**. Het frequentiebereik zijn de toonhoogtes die je kunt horen.

Dieren hebben een ander frequentiebereik dan mensen. Honden bijvoorbeeld kunnen frequenties tot wel 50 000 Hz horen. In afbeelding 8 zie je het frequentiebereik van enkele dieren. Een vleermuis kan geluiden horen tussen 1000 Hz en 100 000 Hz.

1000 Hz kun je ook schrijven als 1 kHz (1 kilohertz).
1 kHz = 1000 Hz
Het frequentiebereik van vleermuizen ligt tussen 1 kHz en 100 kHz.

▶ **afbeelding 8**
Iedere diersoort heeft een ander frequentiebereik.



Toongenerator

Een **toongenerator** is een elektrisch apparaat dat geluidstrillingen maakt (afbeelding 9). De frequentie van een toongenerator kun je precies instellen, van 1 Hz tot meer dan 20 000 Hz. Je kunt een toongenerator ook downloaden op de computer, of als app op je telefoon.

Proef 2 Het frequentiebereik van je gehoor

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 toongenerator
- ☐ 1 luidspreker
- ☐ 2 snoertjes

Uitvoering

- Sluit de luidspreker aan op de toongenerator (afbeelding 9).
- Zet de toongenerator aan.
- Stel de frequentie in op 500 Hz.
- Zet de volumeknop zó, dat je het geluid goed hoort.
- Draai de frequentie omlaag.

▲ **afbeelding 9**
de opstelling van proef 2

1 Wat gebeurt er met de toonhoogte?

___

- Draai de frequentie zó laag, dat je de toon nog net hoort.
- Draai nu de volumeknop iets omhoog.

2 Doordat je het volume hoger zet, kun je de toon WEL / NIET beter horen.

- Probeer een zo laag mogelijke toon te horen.
- Draai daarvoor de frequentie omlaag.
- Zorg ervoor dat je de toon net kunt horen.
- Kijk naar de stand van de knop en lees de frequentie af op de schaalverdeling.

3 Wat is de laagste frequentie die jij nog kunt horen?

___

- Draai de frequentie omhoog tot de beginstand (500 Hz).
- Stel het volume zo in dat je het geluid goed hoort.
- Draai de frequentie verder omhoog.

4 Wat gebeurt er met de tonen?

___

- Verhoog de frequentie totdat je de toon niet meer kunt horen.
- Kijk naar de stand van de knop en lees de frequentie af.

5 Wat is de hoogste frequentie die jij nog kunt horen?

___

___

- Zet de toongenerator uit.
- Ruim alles netjes op.

Ultrasoon geluid

Geluid met een frequentie van meer dan 20 000 Hz heet **ultrasoon** geluid. Ultrasoon betekent dat mensen het niet kunnen horen. Ultrasoon geluid bestaat uit heel snelle trillingen. Zo snel, dat je oren het niet kunnen bijhouden. Daardoor hoor je het geluid niet.

Toch wordt ultrasoon geluid veel gebruikt. Bijvoorbeeld bij een hondenfluitje. Dit fluitje maakt een heel hoge toon. Mensen kunnen die toon niet horen, maar honden wel. Het fluitje wordt gebruikt om honden te trainen.

Opgaven

36 Kun je alle geluidstrillingen horen? JA | NEE

37 Welke geluidstrillingen kun je niet horen?

Trillingen beneden de ______________ Hz en trillingen boven de ______________ Hz kun je niet horen.

38 Wat is het frequentiebereik?

____

39 Ultrasoon betekent dat mensen het geluid WEL / NIET kunnen horen.

40 Wat is het frequentiebereik van mensen?
- ☐ A alle trillingen onder de 20 000 Hz
- ☐ B alle trillingen boven de 20 Hz
- ☐ C trillingen tussen de 20 Hz en de 20 000 Hz

41 In de eerste kolom van tabel 5 staat de frequentie van een aantal geluiden. Welk geluid kun je wel horen en welk geluid niet? Zet in tabel 5 telkens een kruisje onder het goede antwoord.

▼ **tabel 5** frequenties die je wel of niet kunt horen

frequentie (Hz)	Je hoort het geluid wel.	Je hoort het geluid niet.
1200		
16		
12 000		
21 000		
160		
19		
96		
14 750		

42 Ultrasoon geluid kun je WEL / NIET horen.

43 Ultrasoon geluid bestaat uit heel LANGZAME / SNELLE trillingen.

44 Wat is de frequentie van een hondenfluitje?

Hoger dan ______________ Hz, want mensen kunnen het geluid van het fluitje WEL / NIET horen.

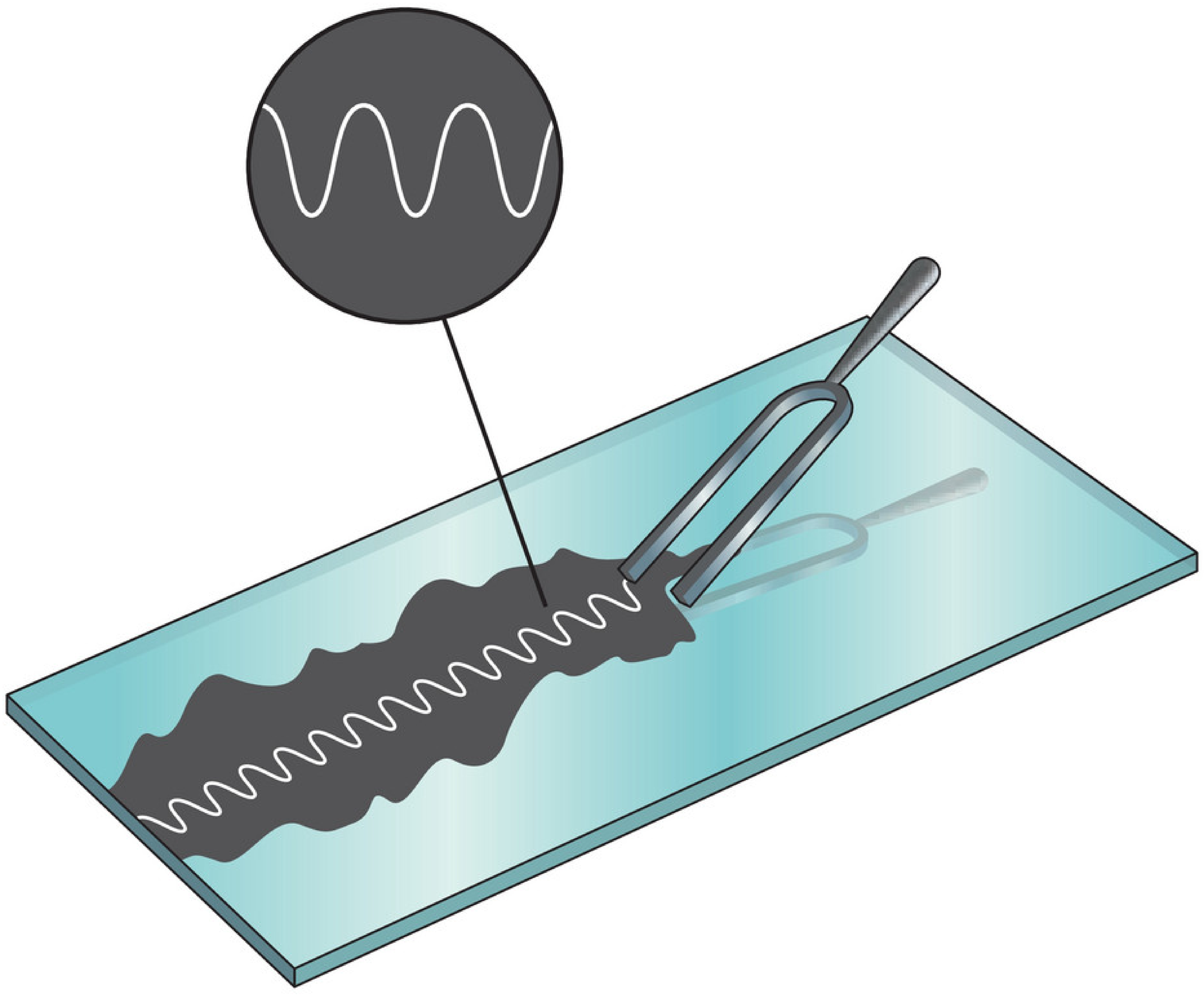
Lager dan ______________ Hz, want ______________________________

____

Geluidstrillingen zichtbaar maken

Trillingen van geluid zijn meestal niet zichtbaar. Met een proefje kun je de trillingen wel zichtbaar maken. Dit zie je in afbeelding 10. Een trillende stemvork wordt over een glasplaatje getrokken. Op het glasplaatje zit roet. De stemvork tekent een golvende lijn van trillingen in het roet.

▶ **afbeelding 10**
De trillingen van een stemvork worden zichtbaar op een glasplaat met roet.



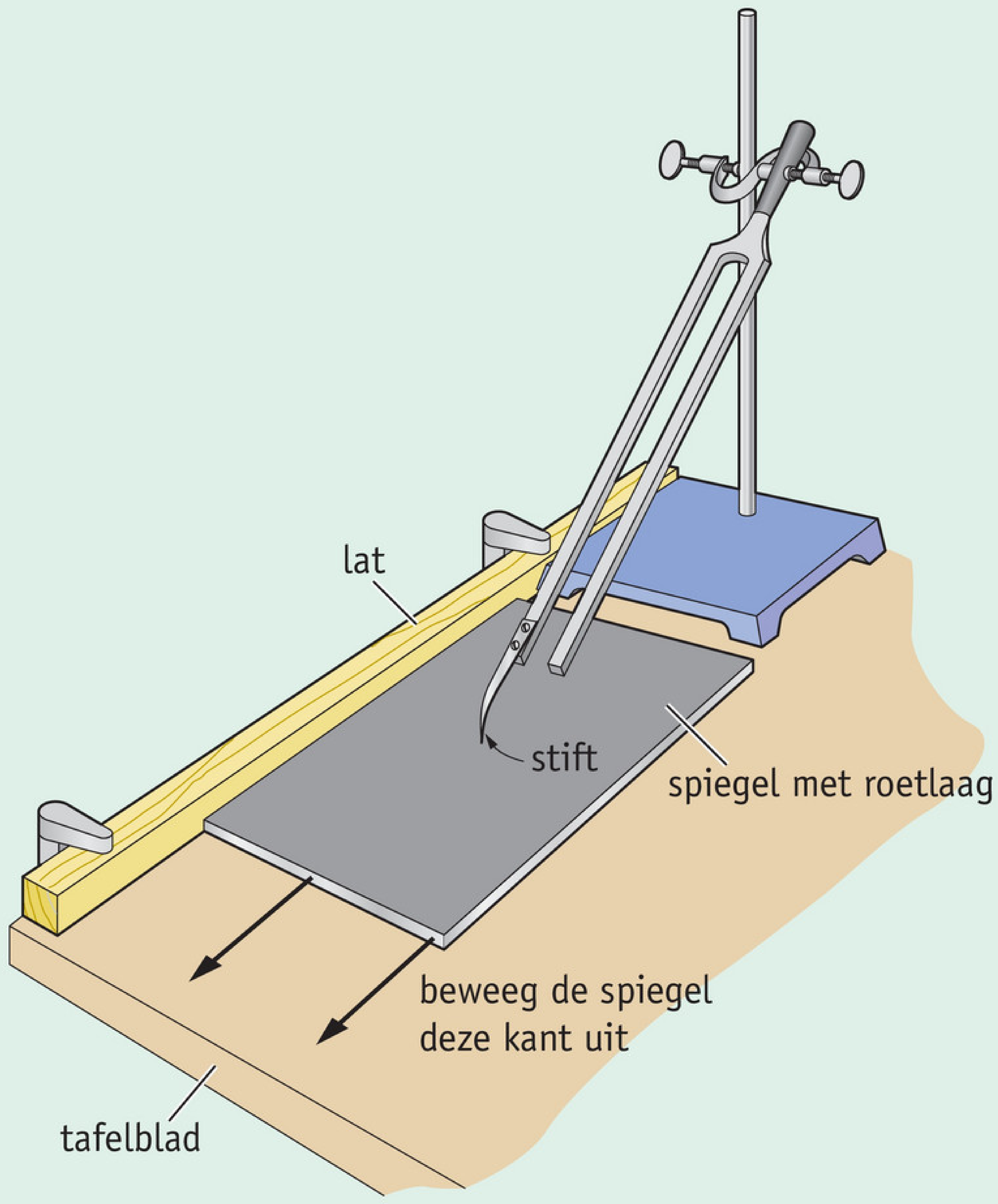
Proef 3 Trillingen tekenen

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 stemvork met schrijfstift
- ☐ 1 hamertje
- ☐ 1 statiefvoet
- ☐ 1 statiefstang
- ☐ 1 statiefklem
- ☐ 1 spiegel (ongeveer 10 × 15 cm)
- ☐ 1 kaars
- ☐ 1 lat (ongeveer 40 cm lang)
- ☐ 2 tafelklemmen

Uitvoering

- Klem de lat op de tafel met behulp van de tafelklemmen.
- Maak de opstelling zoals in afbeelding 11.
- Zorg ervoor dat de naald van de stemvork de spiegel raakt.
- Steek de kaars aan.
- Neem de spiegel voorzichtig uit de opstelling.
- Houd de spiegel met de spiegelende kant vlak boven de brandende kaars.



▲ **afbeelding 11**
de opstelling van proef 3

- Maak de spiegelende kant zwart met roet dat van de vlam komt.
- Leg de spiegel met de beroete kant naar boven terug tegen de lat.
- Beweeg de spiegel onder de naald door terwijl je hem tegen de lat blijft drukken.
- Kijk naar de roetlaag.

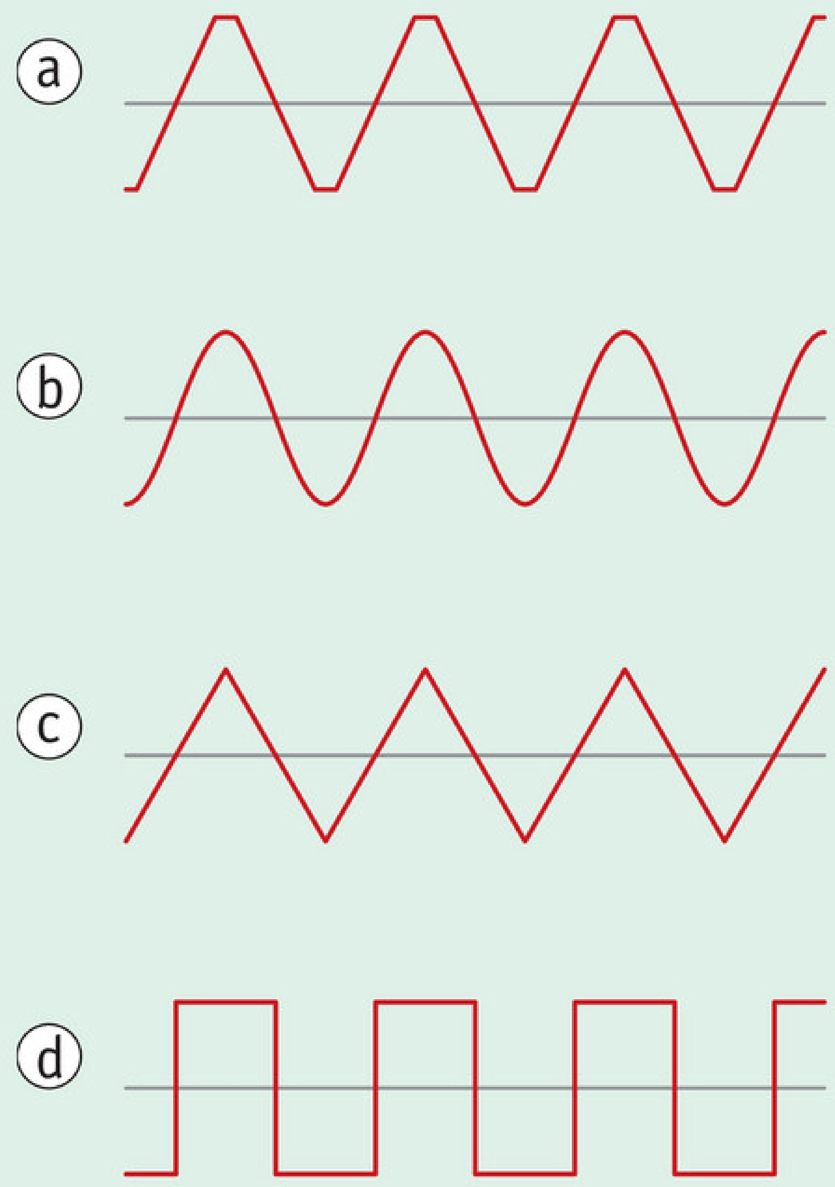
1 Je ziet nu een RECHTE | GOLVENDE lijn op de spiegel.

- Leg de spiegel weer terug op de beginplek.
- Sla de stemvork aan met het hamertje.
- Beweeg de spiegel langzaam onder de naald door terwijl de stemvork trilt.
- Kijk naar de roetlaag.
- Als het goed is gegaan, zie je nu een tekening in de roetlaag.

2 In afbeelding 12 zie je verschillende tekeningen.
Welke lijkt het meest op de tekening op je spiegel?
- ☐ A tekening a
- ☐ B tekening b
- ☐ C tekening c
- ☐ D tekening d

3 Hoe noem je de vorm van de lijn die de trillende stemvork op de glasplaat heeft gemaakt?
- ☐ A blokkig
- ☐ B golvend
- ☐ C hoekig
- ☐ D schuin

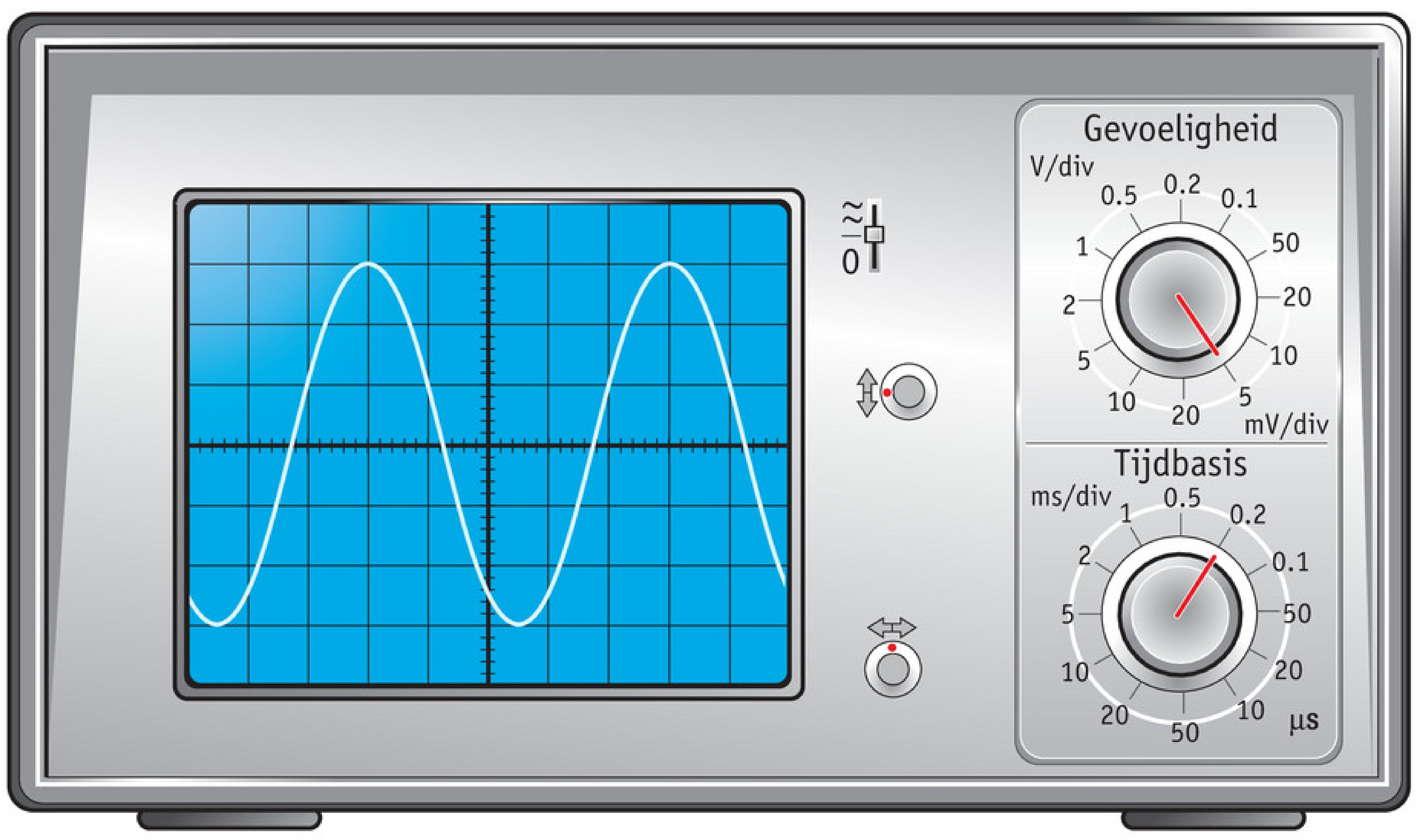
- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 12**
figuren die de stemvork gemaakt kan hebben

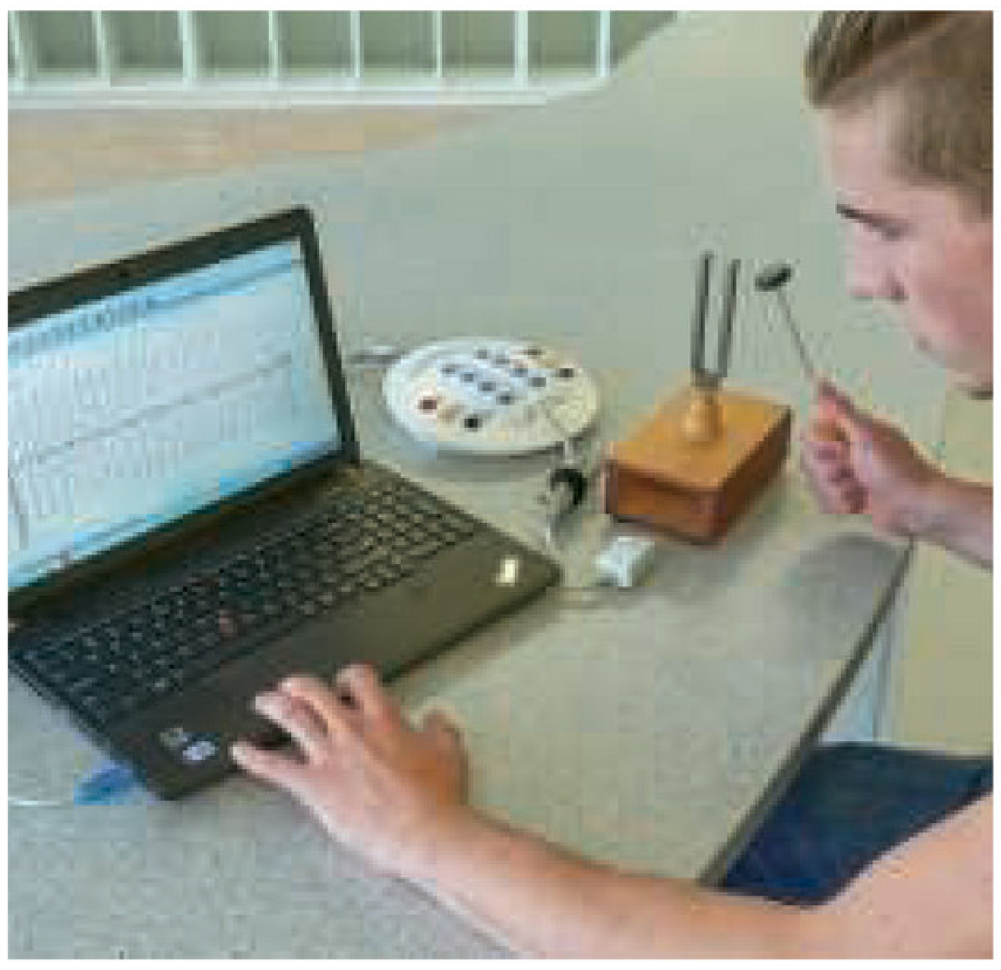
De oscilloscoop

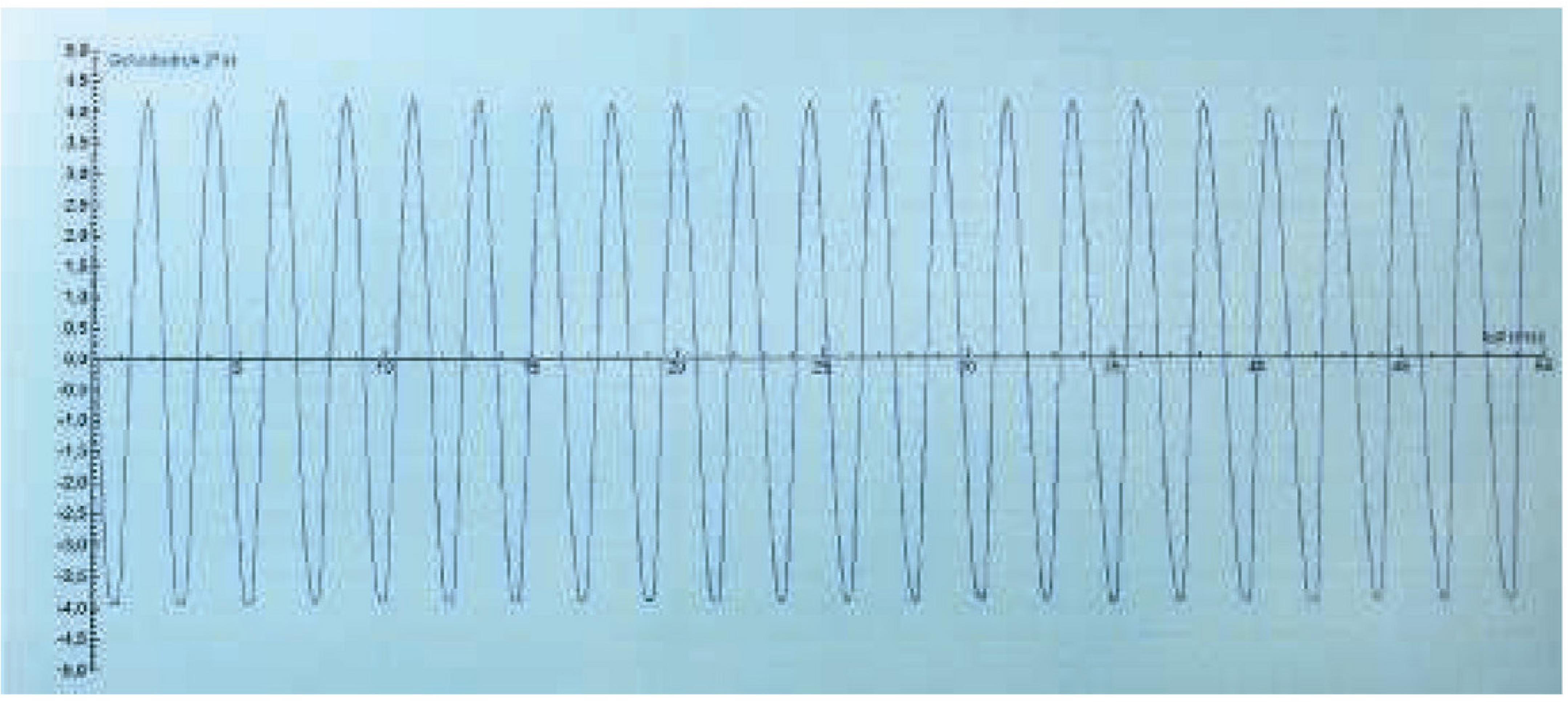
Een **oscilloscoop** is een apparaat dat trillingen van geluid zichtbaar maakt op een scherm (afbeelding 13). De trillingen worden opgevangen door een microfoon. De microfoon zet de trillingen om in een elektrisch signaal. Dit signaal gaat naar de oscilloscoop. Op het scherm zie je het geluid als een golvende lijn.



▶ **afbeelding 13**
de golvende lijn op het scherm van een oscilloscoop

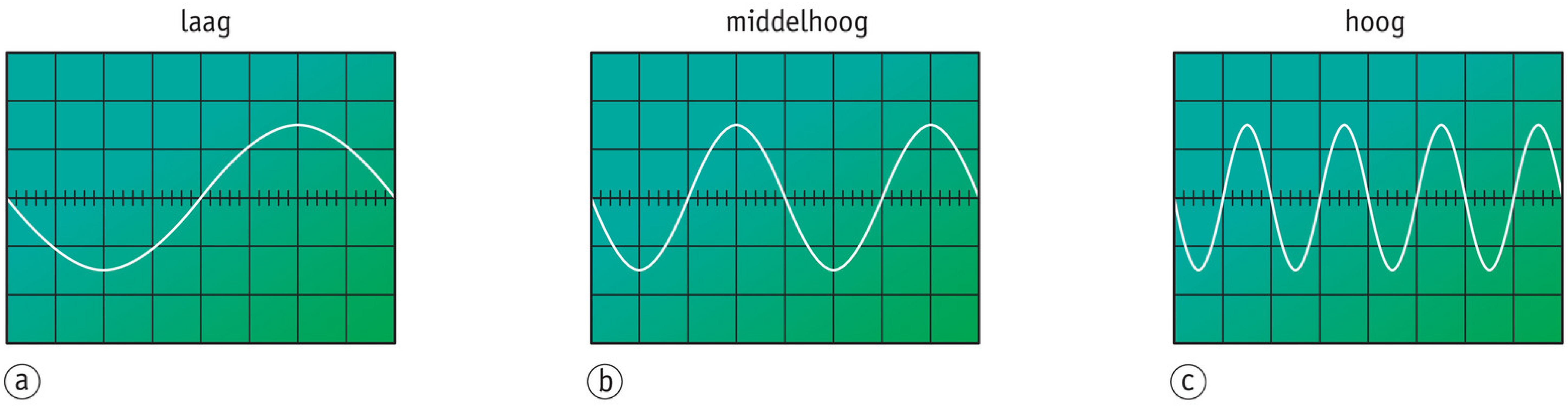
In plaats van de oscilloscoop kun je een computer gebruiken (afbeelding 14). Het geluid wordt weer opgevangen door een microfoon. Het elektrische signaal gaat naar de computer. Die zet het signaal om in een golvende lijn op het scherm. Er zijn ook apps die geluid zichtbaar maken op je telefoon of tablet.





▲ **afbeelding 14**
geluid zichtbaar maken op het scherm van een computer

Hoe meer golven op het scherm, hoe meer trillingen per seconde. Eén brede golf betekent een lage frequentie. Bij meer golven in dezelfde tijd worden de golven op het scherm smaller. De frequentie is dan hoger. Hoe meer golven op het scherm, hoe hoger de toon van het geluid (afbeelding 15).



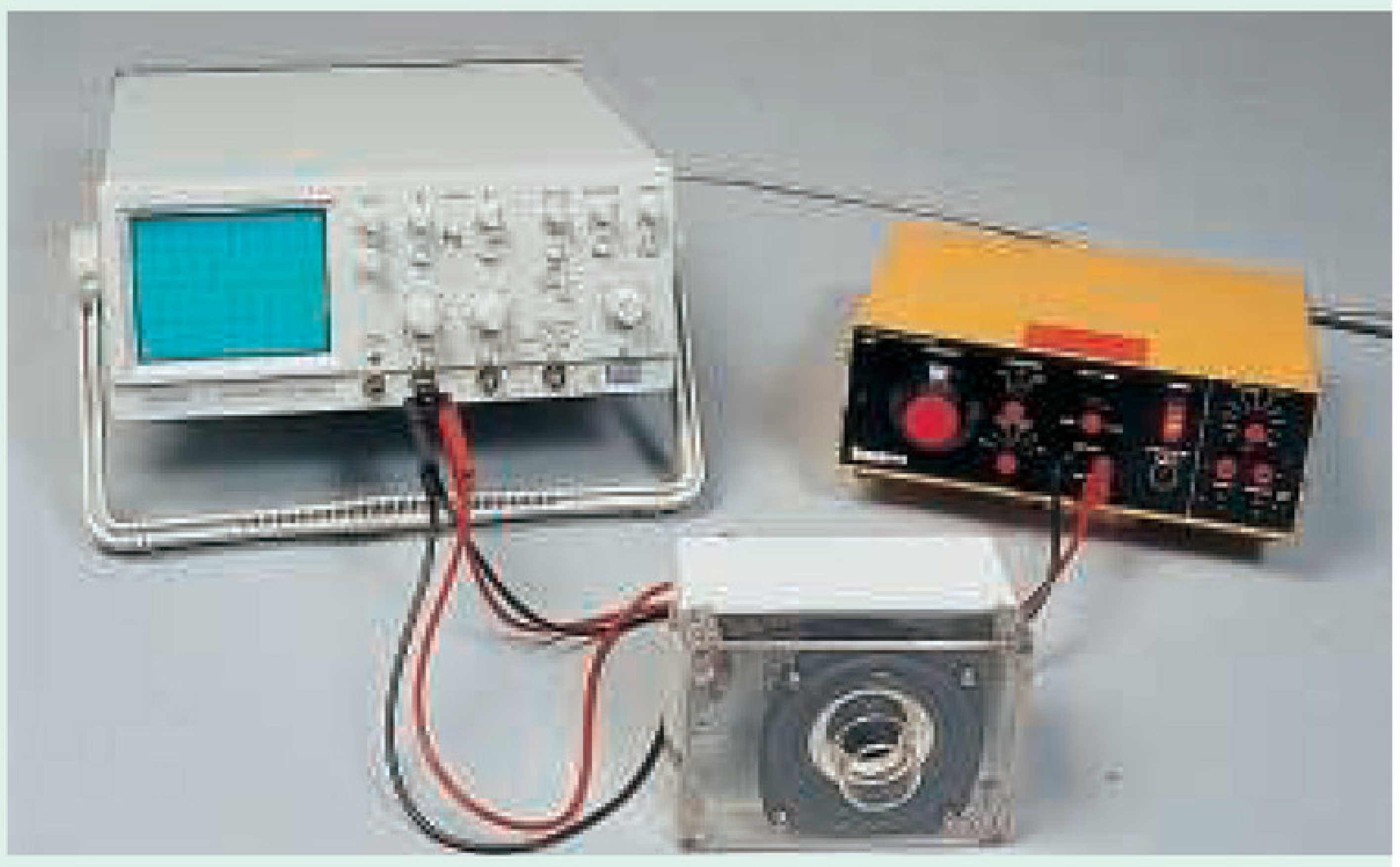
▲ **afbeelding 15**
drie verschillende tonen op het scherm van een oscilloscoop

Proef 4 De oscilloscoop

Je kunt ook een toongenerator aansluiten op de oscilloscoop.

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 toongenerator
- ☐ 1 oscilloscoop
- ☐ 1 luidspreker
- ☐ 4 snoertjes



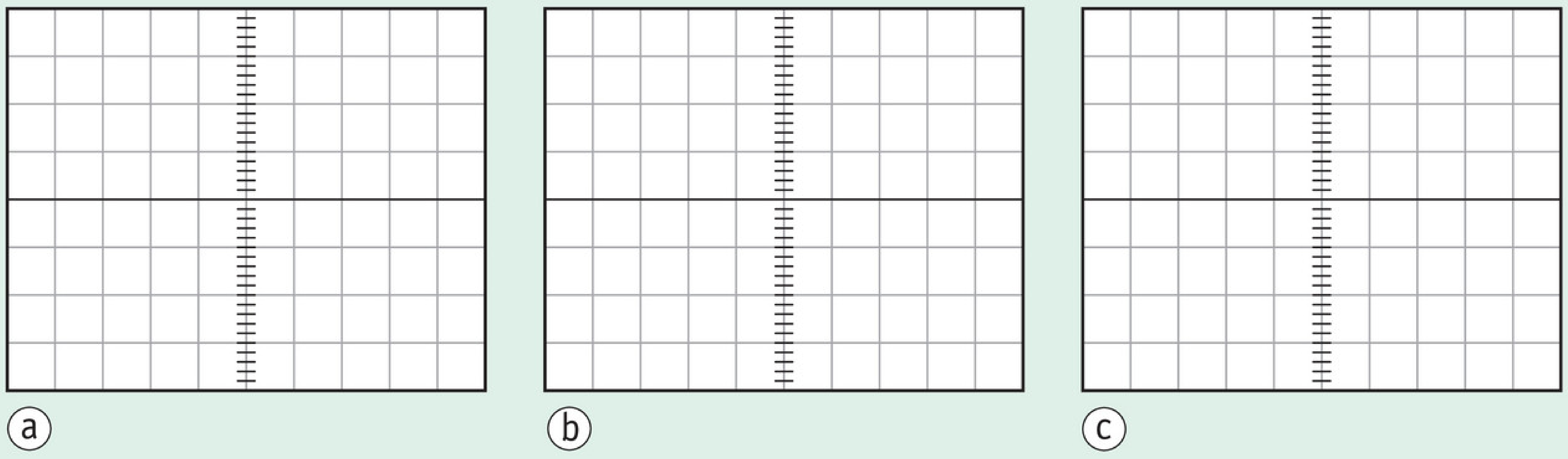
▲ **afbeelding 16**
de opstelling van proef 4

Uitvoering

- Maak de opstelling van afbeelding 16.
- Schakel de oscilloscoop en de toongenerator in.

- Stel de oscilloscoop zo in dat je één hele trilling op het scherm ziet.
- Stel het geluid zo in dat je het goed kunt horen.
- Vraag hulp aan je leraar als het niet goed lukt.
- Luister naar het geluid.
- Kijk naar de golvende lijn op de oscilloscoop.

1 Teken de golvende lijn zo nauwkeurig mogelijk in afbeelding 17a.



▲ **afbeelding 17**
de golvende lijnen die je op de oscilloscoop hebt gezien

- Stel een lagere toon in.

2 Teken de nieuwe golvende lijn in afbeelding 17b.

- Stel de begintoon weer in.
- Je ziet op het scherm van de oscilloscoop weer de golvende lijn van afbeelding 17a.

3 Hoe was de golf op het beeldscherm veranderd toen je de lagere toon hoorde?
☐ A Er veranderde niets.
☐ B Er waren minder golven.
☐ C De golven werden lager.
☐ D De golven werden hoger.

- Stel een hogere toon in.
- Kijk naar het beeldscherm.

4 Teken de nieuwe golvende lijn in afbeelding 17c.

5 Is de hoogte van de golven veranderd?
De hoogte van de golven is WEL | NIET veranderd.

6 Hoe is het aantal trillingen veranderd?
Het aantal trillingen is GROTER | KLEINER geworden.

- Stel een nog hogere toon in.
- Kijk weer naar het beeldscherm.

7 Als de toon hoger wordt, is het aantal golven GROTER | KLEINER.

8 De frequentie verandert WEL | NIET als de toon verandert.

9 Een hoge toon heeft WEL | NIET meer trillingen per seconde dan een lagere toon.

10 Hoeveel frequenties kun je met een toongenerator instellen?
- ☐ A alleen 440 Hz
- ☐ B alleen 1200 Hz
- ☐ C van 440 Hz tot 1200 Hz
- ☐ D van 1 Hz tot meer dan 20 000 Hz

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

45 Trillingen van geluid zijn meestal WEL / NIET zichtbaar.

46 Waarvoor gebruik je een oscilloscoop als je proeven doet met geluid?

___

47 Welke apparaten kun je aansluiten op een oscilloscoop?

___

48 Met welke andere apparaten kun je geluidstrillingen zichtbaar maken?

___

Onthouden!

De toonhoogte van een geluid hangt af van het aantal trillingen per seconde.
Bij snelle trillingen hoor je een hoge toon.
Bij langzame trillingen hoor je een lage toon.
De frequentie (*f*) is het aantal trillingen per seconde.
1 trilling per seconde is 1 hertz (Hz).
20 Hz en 20 000 Hz zijn de gehoorgrenzen van mensen.
Het frequentiebereik zijn alle toonhoogtes die je kunt horen.
Mensen hebben een ander frequentiebereik dan dieren.
Ultrasoon geluid is geluid met een frequentie boven 20 000 Hz.
Met een oscilloscoop maak je de trillingen van geluid zichtbaar op een scherm.
Een toongenerator is een elektrisch apparaat dat geluidstrillingen maakt.

3 Hard en zacht geluid

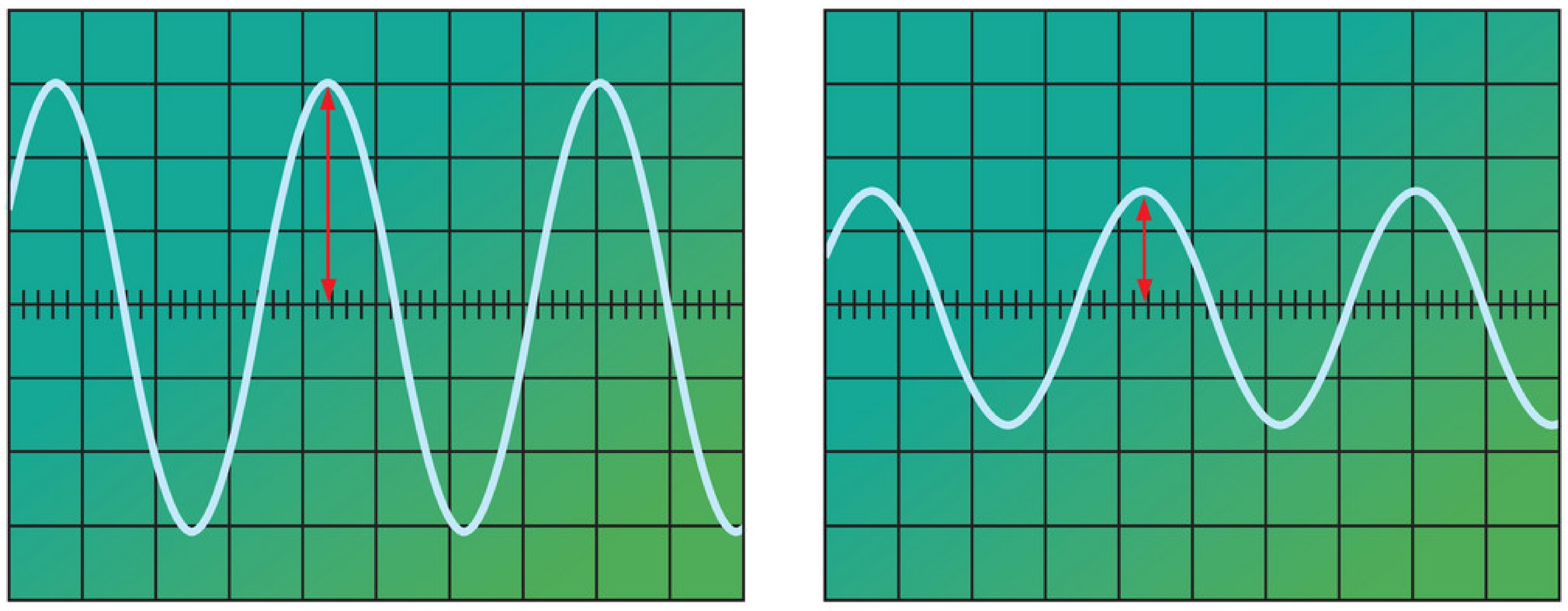
Van een harde klap kun je erg schrikken. Zacht gefluister hoor je bijna niet. Geluid kan hard zijn of zacht. De sterkte van geluid kun je meten.

Geluidssterkte

De **geluidssterkte** geeft aan hoe hard een geluid is. Andere woorden voor geluidssterkte zijn **geluidsniveau** of **volume**. Bij een grote geluidssterkte is het geluid hard. Een zacht geluid heeft een kleine geluidssterkte.

Aan de golvende lijn kun je zien of het geluid hard is of zacht. Een hard geluid heeft een hoge golf. Een ander woord voor de hoogte van de golf is **amplitude** (afbeelding 18). Bij een zacht geluid is de amplitude klein.

▶ **afbeelding 18**



a een hard geluid: grote amplitude

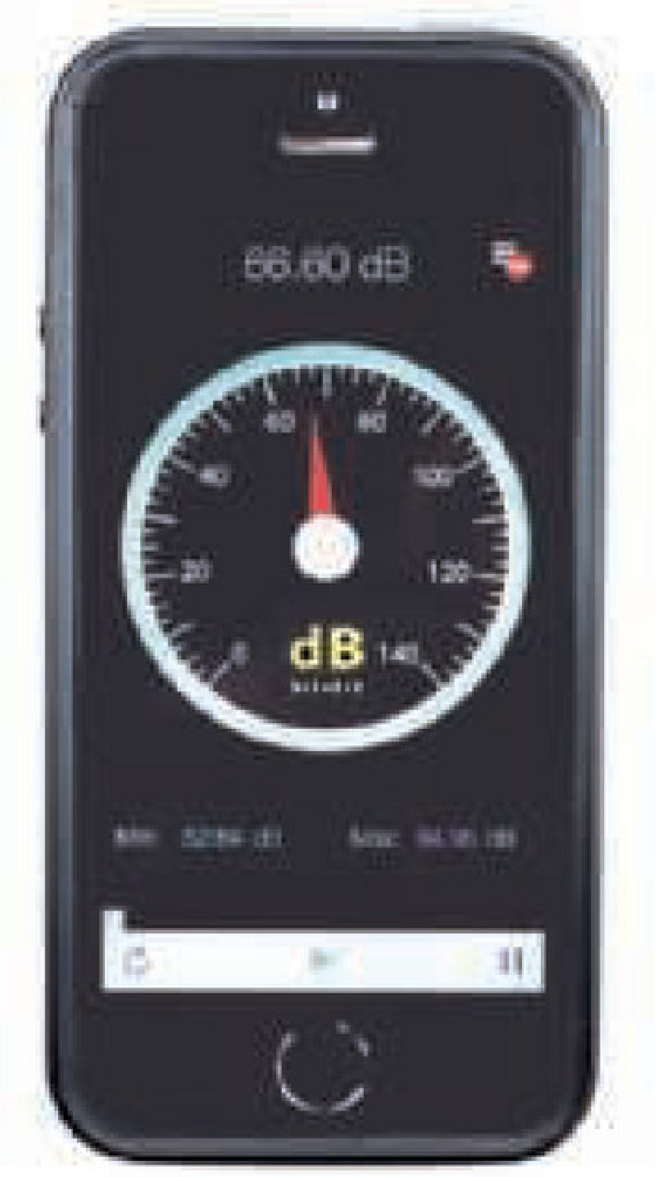
b een zacht geluid: kleine amplitude

Decibel

De geluidssterkte meet je in de eenheid **decibel**. De afkorting van decibel is **dB**. Een geluid van 10 dB is heel zacht. Dit geluid kun je bijna niet horen. Een geluid van 90 dB is heel hard. Bijvoorbeeld het geluid van een bromscooter die vlak langs je rijdt.

De politie meet soms de geluidssterkte van scooters. Dat doen ze, omdat hard geluid overlast geeft. De toegestane geluidssterkte is 90 dB voor snorfietsen en 97 dB voor bromfietsen. Geluidssterkte meet je met een **geluidssterktemeter** of **decibelmeter** (afbeelding 19).

▲ **afbeelding 19**
geluidssterkte meten met een decibelmeter



▲ **afbeelding 20**
geluidssterkte meten met een app

Je kunt de geluidssterkte ook meten met een microfoon en een computer. Er zijn ook apps voor je telefoon (afbeelding 20), maar die zijn niet altijd nauwkeurig.

De geluidssterkte in decibel is soms anders dan de geluidssterkte die je lijkt te horen. Bijvoorbeeld: de decibelmeter meet een heel hard geluid. Maar zelf hoor je het geluid helemaal niet zo hard. Dat komt doordat mensen lage en hoge tonen minder goed horen.

De geluidssterkte van hoge en lage tonen lijkt voor mensen kleiner (het geluid klinkt zachter). Daarom heeft een decibelmeter vaak een filter. Door dat filter wordt de meter minder gevoelig voor hoge en lage tonen. Zo'n filter heet een **A-filter**. Schakel je het filter in, dan meet je de geluidssterkte in dB(A). De geluidssterkte in **dB(A)** is hoe hard het geluid voor mensen lijkt.

geluidssterkte in dB = echte geluidssterkte
geluidssterkte in dB(A) = hoe hard het geluid voor mensen lijkt

Opgaven

49 Met welk woord geef je aan hoe hard geluid is?
- ☐ A frequentie
- ☐ B geluidshinder
- ☐ C geluidssterkte
- ☐ D toonhoogte

50 Schrijf twee andere woorden op die hetzelfde betekenen als geluidssterkte.

– ______________________________

– ______________________________

51 In welke eenheid wordt geluidssterkte gemeten?
- ☐ A decibel
- ☐ B decimeter
- ☐ C geluidsbel
- ☐ D geluidsmeter

52 Hoe wordt de hoogte van de golvende lijn op een oscilloscoopscherm genoemd?

____

53 Bij een hard geluid is de amplitude GROOT / KLEIN.

54 Waarvoor wordt een decibelmeter gebruikt?
- ☐ A om te meten hoe groot de geluidssterkte is
- ☐ B om te meten hoelang een geluid duurt
- ☐ C om te meten hoeveel hinder je hebt van een geluid
- ☐ D om te meten hoeveel kracht er op een geluidsbox staat

55 Wat wordt bedoeld met de geluidssterkte in dB(A)?

De geluidssterkte in dB(A) is ____.

56 Voor welke tonen is een decibelmeter met een A-filter minder gevoelig?

____

57 Welke geluidssterkte wordt in dB gemeten?

____

58 Een decibelmeter meet een heel hard geluid in dB.
Zelf hoor je het geluid helemaal niet zo hard.
Hoe komt dat?

Dat komt doordat mensen ____.

59 Hetzelfde geluid wordt gemeten in dB en in dB(A).
Bij dB(A) geeft de meter een GROTERE / KLEINERE geluidssterkte aan.

Decibelmeter aflezen

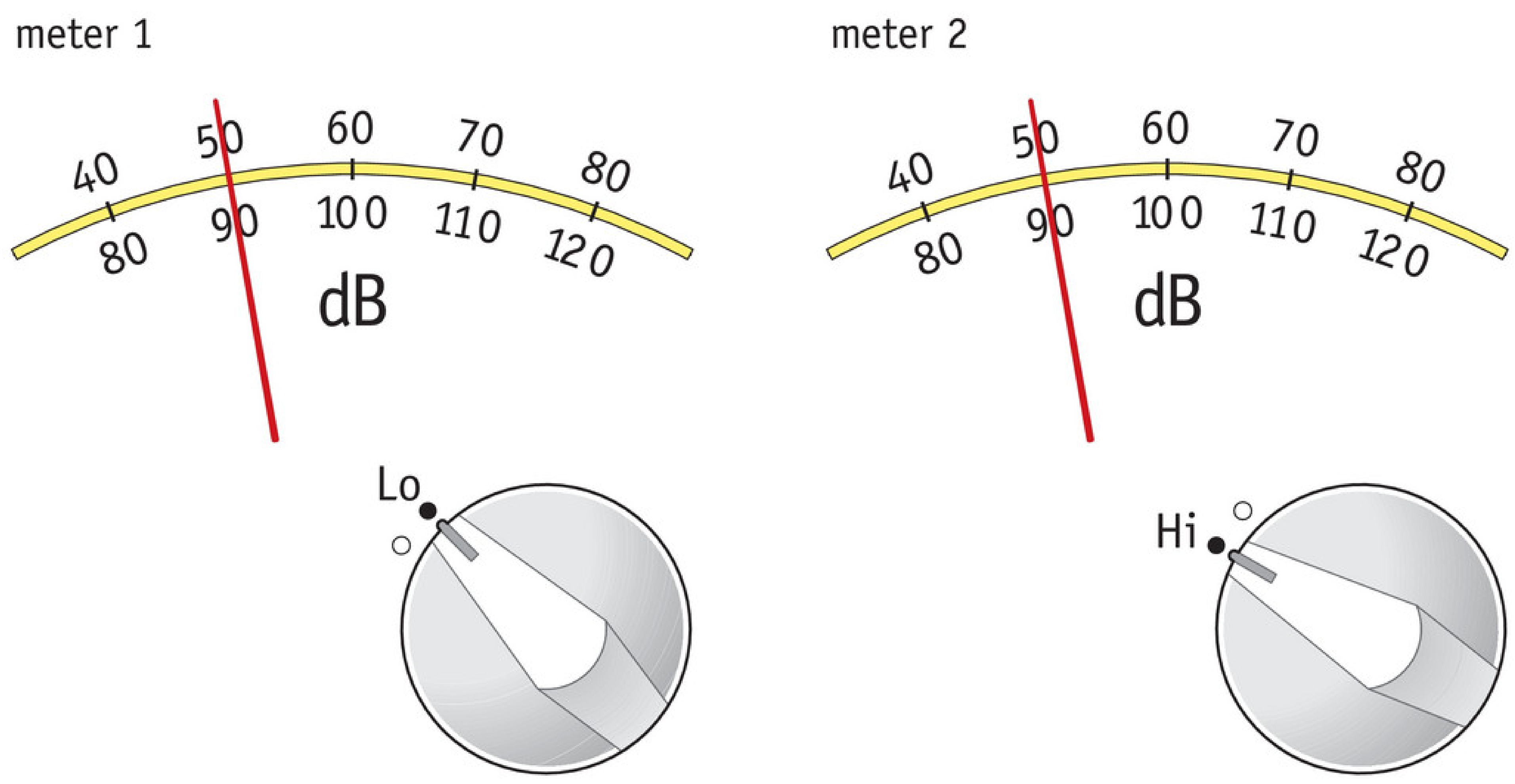
Een digitale decibelmeter geeft de geluidssterkte in cijfers (afbeelding 19 op bladzijde 80). De decibelmeter van afbeelding 21 heeft een keuzeknop en een wijzer met schaalverdeling. Bij deze analoge meter moet je zelf de geluidssterkte precies aflezen.

▶ **afbeelding 21**
een analoge decibelmeter

In afbeelding 22 zie je twee keer de schaal van een decibelmeter. De keuzeknop staat op de stand Lo (low = laag) bij meter 1. Bij meter 2 staat de knop op Hi (high = hoog).
Lo is de schaal die van 40 tot 80 dB gaat. Dat is de bovenste schaal van de meter.
Hi is de schaal die van 80 tot 120 dB gaat. Dit is de onderste schaal van de meter.

Kijk naar meter 1 van afbeelding 22. De keuzeknop staat op Lo. Je moet dan kijken naar de bovenste schaal. De wijzer staat op 50 dB. De wijzer van meter 2 geeft 90 dB aan, omdat de keuzeknop op Hi staat.

▶ **afbeelding 22**
twee keer de schaal van een decibelmeter



Opgaven

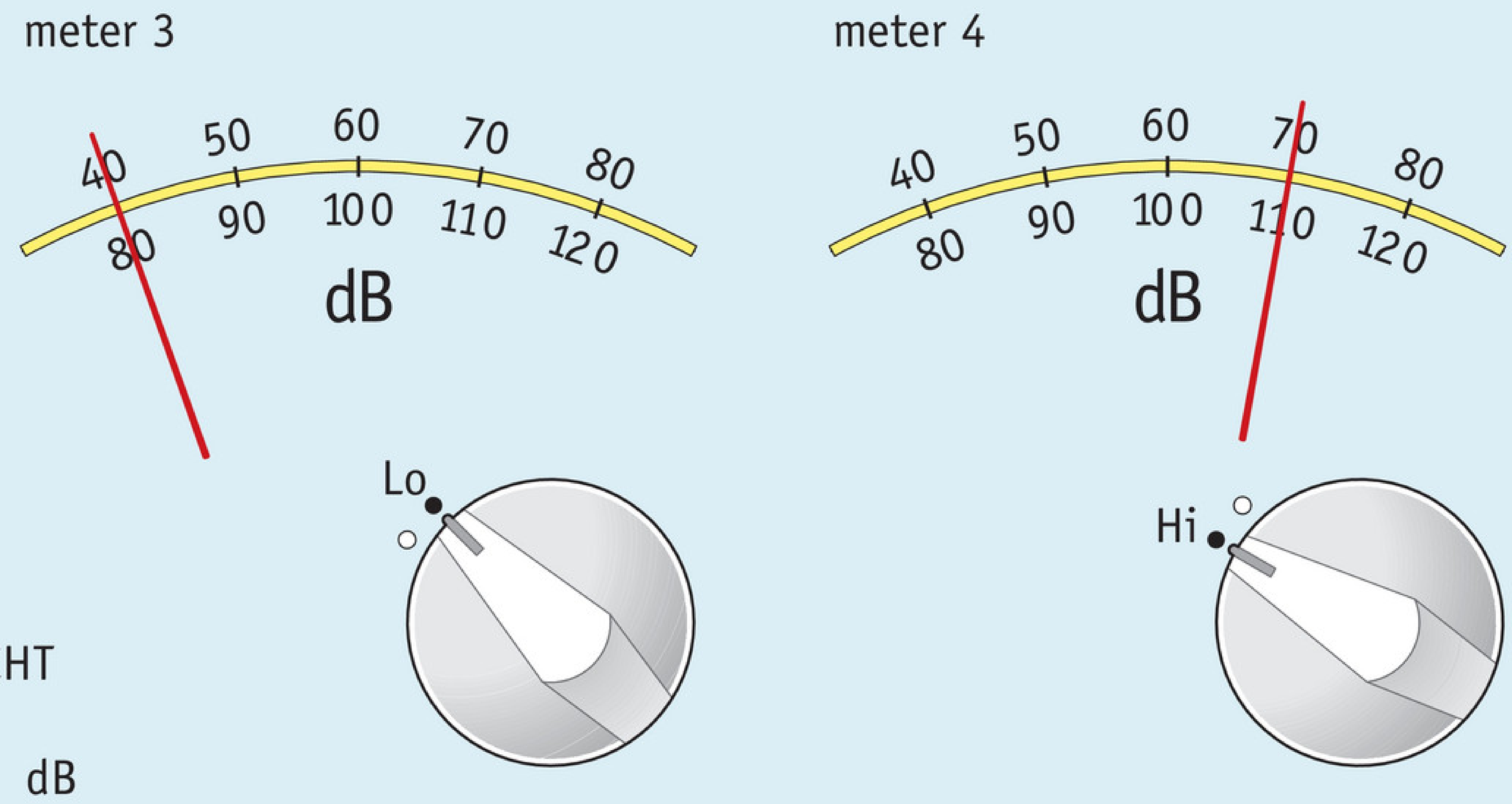
60 In afbeelding 22 staat de wijzer bij meter 1 in dezelfde stand als bij meter 2. Hoe zie je dat meter 1 de waarde 50 dB aanwijst en meter 2 de waarde 90 dB?

____

____

61 Zet onder meter 3 en meter 4 in afbeelding 24 hoeveel dB de wijzer aangeeft.

62 Is het geluid hard of zacht? Streep het foute woord door bij meter 3 en bij meter 4.



HARD / ZACHT

__________ dB

HARD / ZACHT

__________ dB

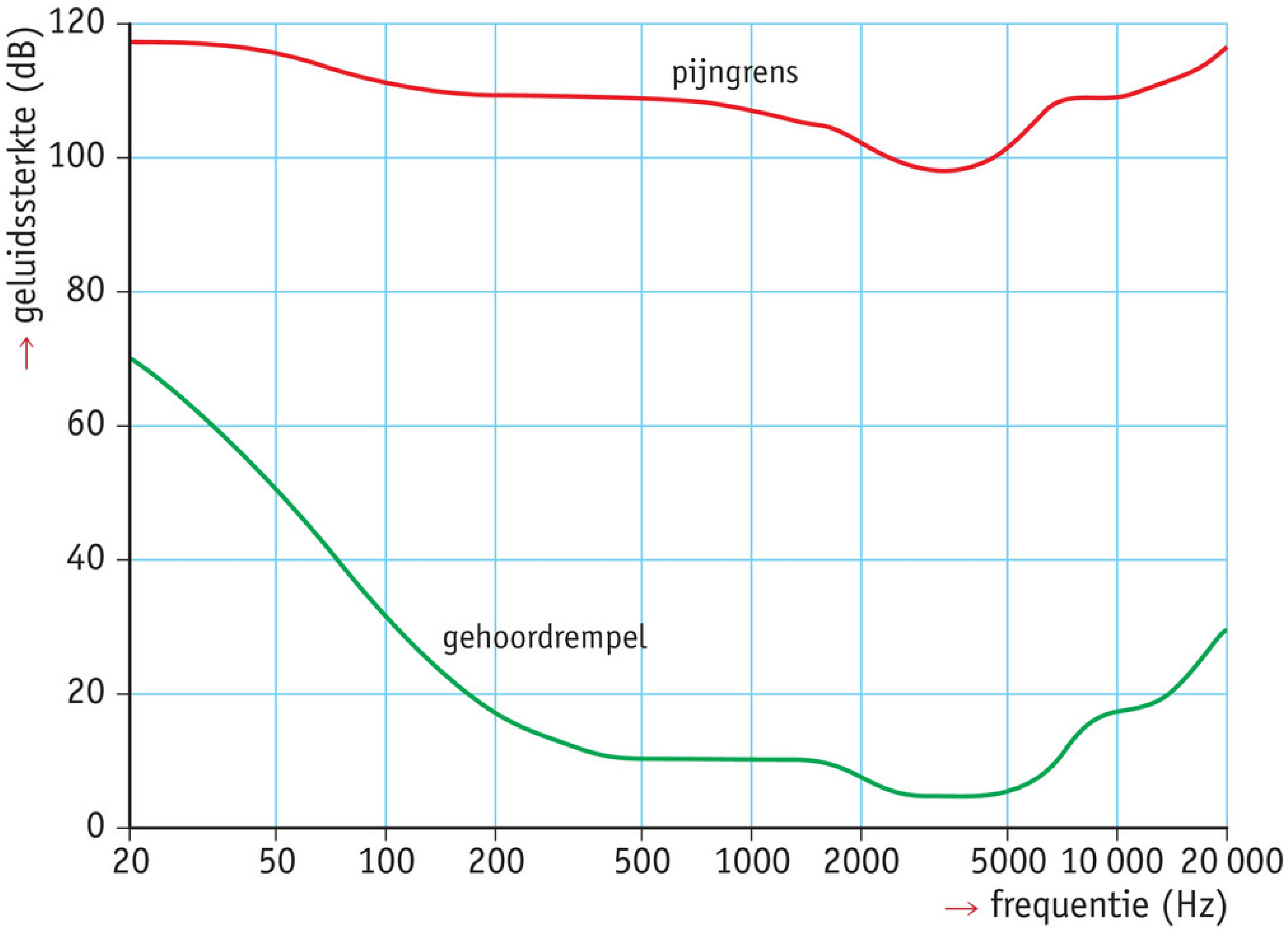
▲ **afbeelding 23**
de decibelmeters van vraag 61 en 62

Gehoordrempel

Als trillingen te zacht zijn, kun je ze niet horen. De kleinste geluidssterkte die je kunt horen, noem je de **gehoordrempel**. De gehoordrempel hangt af van de geluidssterkte en van de frequentie. Geluiden met een hoge of lage frequentie hoor je minder goed. Dit zie je in afbeelding 24 aan de groene lijn.

Zoek in afbeelding 24 de frequentie van 500 Hz. Ga naar boven tot de groene lijn, en dan naar links. De geluidssterkte is ongeveer 10 dB. Een geluid met een frequentie van 500 Hz hoor je dus bij een geluidssterkte van 10 dB en meer.
Een geluid met een frequentie van 50 Hz hoor je pas bij een geluidssterkte van 50 dB.

▶ **afbeelding 24**
de gehoordrempel en de pijngrens



In afbeelding 24 zie je ook een rode lijn. Dit is de **pijngrens**. Geluid boven de pijngrens doet pijn aan je oren. Ook de pijngrens is niet voor alle frequenties hetzelfde.
Geluid boven de pijngrens beschadigt je gehoor al na korte tijd. Een beschadigd gehoor kan niet meer herstellen.

Opgaven

63 Hoe noem je geluidssterkte die je nog net kunt horen?

De geluidssterkte die je net kunt horen, is de ____.

64 Als geluid pijn doet, is de geluidssterkte boven de ____________________________________.

65 De gehoordrempel is WEL / NIET voor alle frequenties gelijk.

66 De pijngrens is WEL / NIET voor alle frequenties gelijk.

67 Zeer zacht geluid heeft een sterkte van 10 | 100 dB.

Kijk bij vraag 68 tot en met 71 naar afbeelding 24.

68 Tussen welke frequenties is de gehoordrempel het laagst?

tussen ______________ Hz en ______________ Hz

69 Op een feest wordt keihard muziek gedraaid. De luidsprekers produceren een geluidssterkte van 140 dB. De geluidssterkte is WEL | NIET boven de pijngrens.

70 Hoeveel dB is de gehoordrempel van geluid van 100 Hz?

____

71 Hoeveel dB is de pijngrens van een geluid van 500 Hz?

____

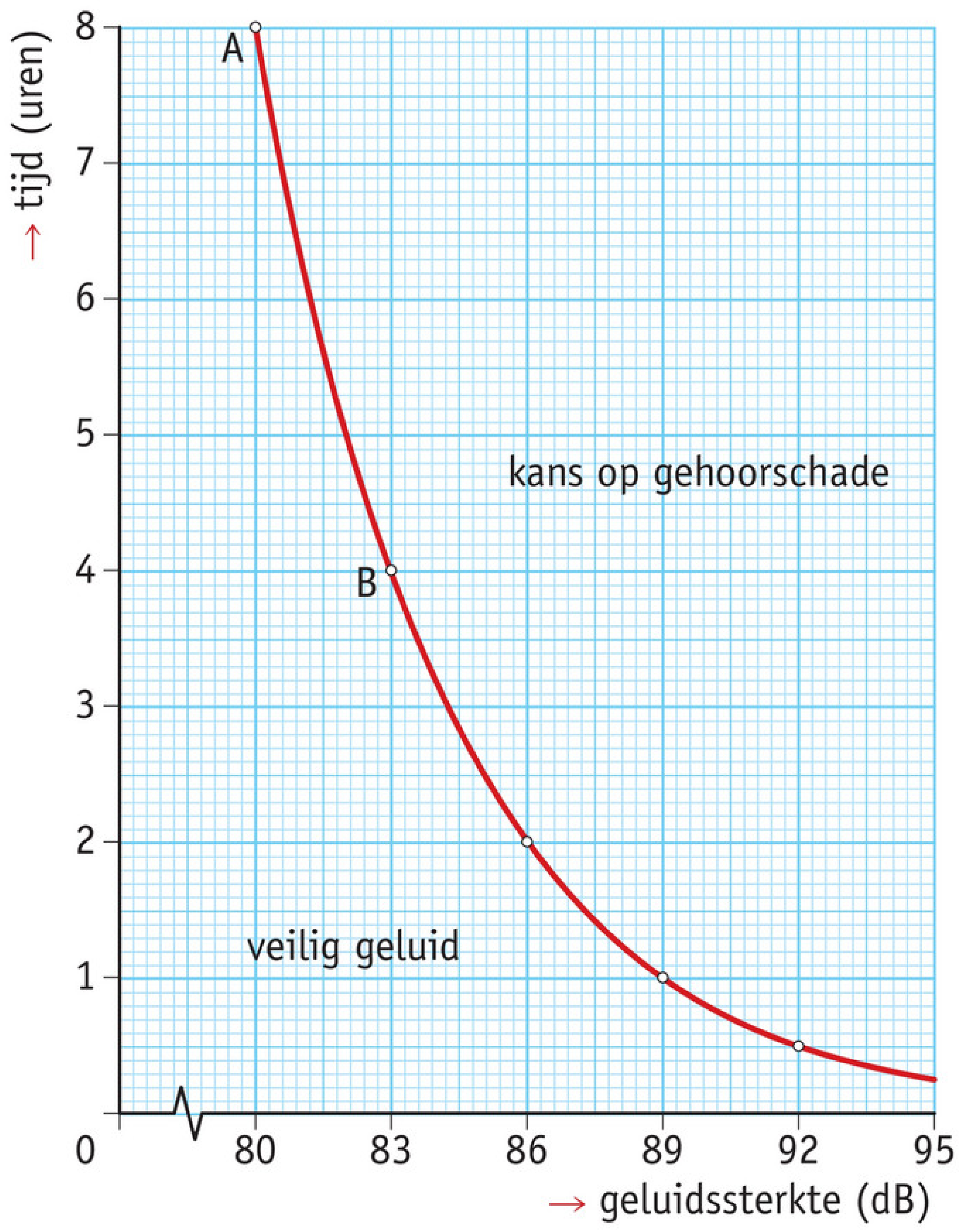
72 **a** Geluid boven de pijngrens beschadigt je gehoor na KORTE / LANGE tijd.
b Deze beschadiging is WEL / NIET meer te herstellen.

Gehoorbeschadiging

Harde geluiden beschadigen je gehoor. Bij geluid boven 140 dB loop je altijd **gehoorschade** op. Dat betekent dat je slechter gaat horen. Ook als je geluid boven de 80 dB lang hoort, kun je gehoorschade krijgen. Gehoorschade gaat nooit meer over.

Kijk naar de grafiek van afbeelding 25. In de grafiek kun je aflezen hoelang je een geluid kunt horen zonder gehoorschade te krijgen. Punt A staat bij een geluid van 80 dB. Dit geluid mag je 8 uur horen, zonder dat je gehoor beschadigt. Punt B staat bij een geluid van 83 dB. Naar dit geluid mag je maar 4 uur luisteren. Luister je langer, dan krijg je gehoorschade.

▶ **afbeelding 25**
De grafiek laat de kans op gehoorschade zien.

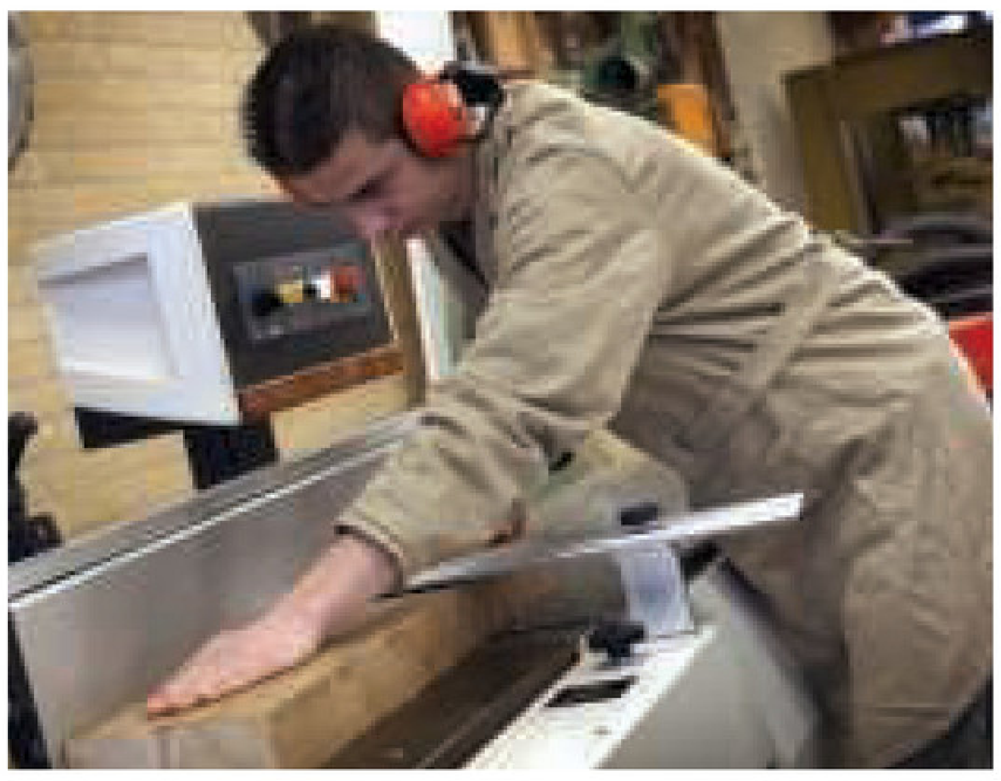


▲ **afbeelding 26**
Bescherm je gehoor met oordoppen.

Veel jongeren lopen gehoorschade op doordat ze de muziek op hun oordopjes te hard zetten. Het maximale volume van mp3-spelers is vaak meer dan 100 dB! Om gehoorschade te voorkomen zet je de muziek niet te hard. Zeker niet de hele tijd.

Soms heb je te maken met harde geluiden van buiten. Bijvoorbeeld bij een concert of op het werk. Om gehoorschade te voorkomen gebruik je dan **gehoorbeschermers**. Bijvoorbeeld oordoppen of oorkappen (afbeelding 26 en 27). Gehoorbeschermers dempen de trillingen van het geluid.

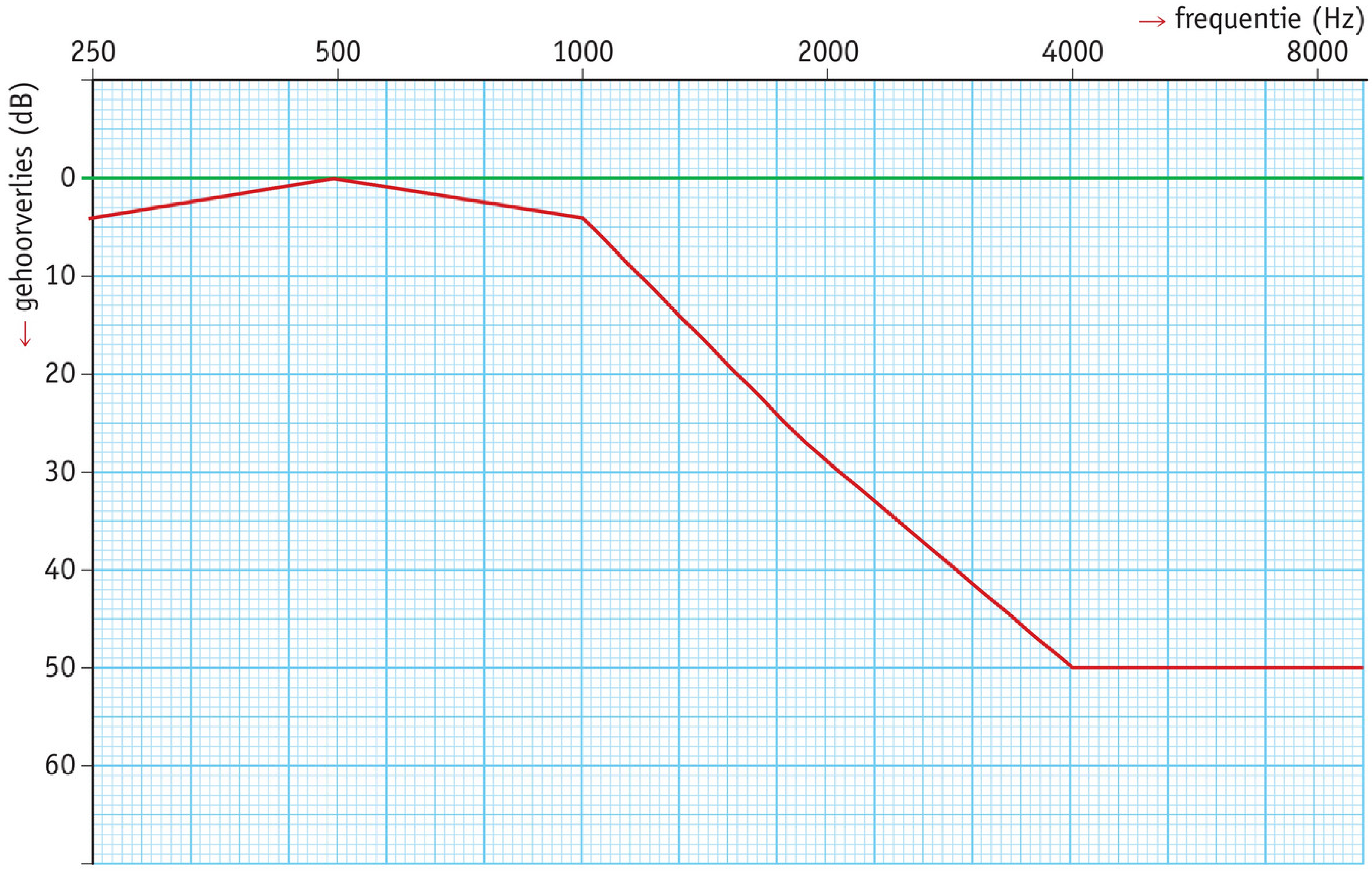
In Binas kun je opzoeken hoe schadelijk verschillende geluiden zijn. Dat staat in tabel 21 *Gehoorgevoeligheid*. In Binas staat ook tabel 23, *Maximale blootstellingsduur*. Hierin vind je hoelang je veilig naar een bepaalde geluidssterkte kunt luisteren.



▲ **afbeelding 27**
Draag oorkappen als je met machines werkt.

In afbeelding 28 zie je een audiogram. Een **audiogram** is een grafiek van iemands gehoordrempel voor verschillende tonen. Een audiogram wordt gemaakt door een **audioloog**. Het audiogram in afbeelding 28 is van een persoon met gehoorschade. Geluiden van 500 Hz kan deze persoon goed horen. Maar geluiden die hoger of lager zijn, hoort hij minder goed. Voor die frequenties heeft hij gehoorverlies.

Oudere mensen hebben bijna altijd gehoorverlies. Hoe ouder je wordt, hoe minder goed je gaat horen. Vooral hoge frequenties kunnen oudere mensen minder goed horen. In tabel 22 van Binas staat hoe de gevoeligheid van het oor afneemt bij een hogere leeftijd.



▲ **afbeelding 28**
audiogram van iemand met gehoorschade

Opgaven

73 Je kunt WEL | NIET zonder kans op gehoorschade naar alle geluiden luisteren.

74 Jack luistert naar een geluid met een sterkte van 145 dB.
Welk gevolg heeft dit voor het gehoor van Jack?
Het gehoor van Jack wordt WEL | NIET beschadigd.

Kijk bij vraag 75 tot en met 78 naar afbeelding 25.

75 Danny werkt in een bedrijf waar veel geluid is. Hij moet de hele dag in het geluid werken. De werkdag van Danny duurt 8 uur.
Hoe hard mag het geluid maximaal zijn?

De geluidssterkte mag maximaal ____________ zijn.

76 Frits werkt in een bedrijf waar 83 dB geluid is.
Hoelang mag hij per dag in dat geluid werken?

Frits mag per dag niet langer dan ____________ in dat geluid werken.

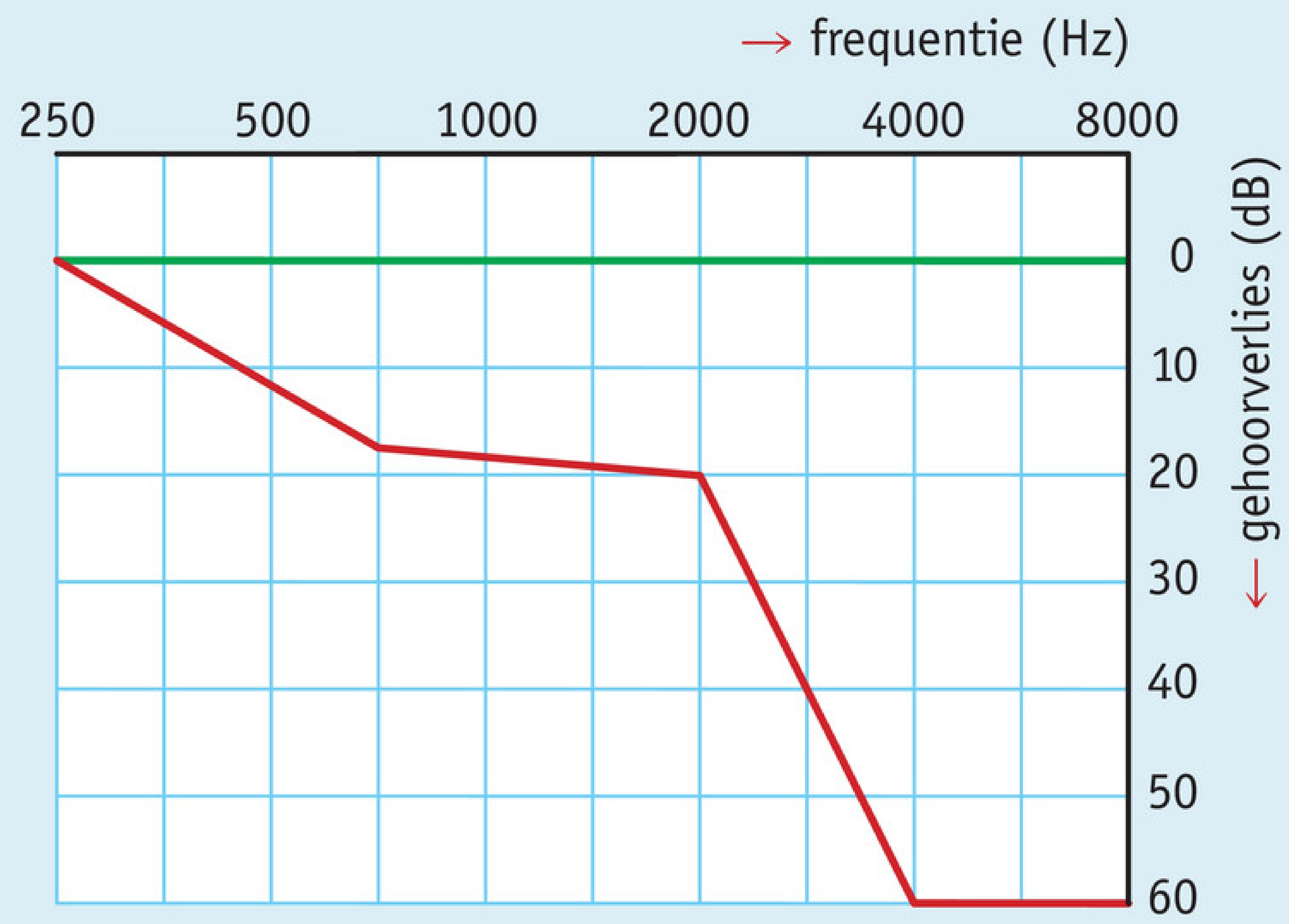
77 Domingo is op popfestival Lowlands. Waar hij staat, heeft het geluid een sterkte van 95 dB. Het concert duurt 2 uur.
Is dat geluid schadelijk voor zijn gehoor?
Dat geluid is WEL | NIET schadelijk voor zijn gehoor.

78 Hoelang kun je geluid van 95 dB horen zonder gevaar voor je gehoor?

____

79 Mick is al heel lang popartiest. Hij hoort niet alle geluiden meer. Zijn gehoor moet worden onderzocht.
Door wie moet hij zijn gehoor laten onderzoeken?
- ☐ A door een audioloog
- ☐ B door een geluidstechnicus
- ☐ C door een huisarts

80 Bij de gehoortest van Mick wordt een audiogram gemaakt. Het audiogram van Mick zie je in afbeelding 29.
Voor welke frequentie heeft Mick het minste gehoorverlies?
- ☐ A 250 Hz
- ☐ B 500 Hz
- ☐ C 4000 Hz
- ☐ D 8000 Hz



▲ **afbeelding 29**
het audiogram van Mick

81 Voor welke frequentie heeft Mick het meeste gehoorverlies?

- ☐ A 250 Hz
- ☐ B 750 Hz
- ☐ C 750 Hz tot 2000 Hz
- ☐ D 4000 Hz en hoger

82 Vul tabel 6 in. Gebruik Binas tabel 21.

▼ **tabel 6** geluidsniveau en gehoorgevoeligheid

omschrijving	geluids-niveau in dB	zone	Hoe gevaarlijk of ongevaarlijk is het geluid?
koelkast	50	rustig	veilig geluid
drukke videospelhal	110		
kleine luchtcompressor	90		
mp3-speler voluit spelend	100		
sirene van een ambulance	120		
vuurwerk op 1,5 m afstand	160		
straaljager op 150 m hoogte	105		
verkeer op een snelweg	70		

83 Tabel 22 van Binas geeft een overzicht van de gemiddelde afname van het gehoorvermogen van oudere mensen.
Van welke twee dingen is de afname van het gehoorvermogen afhankelijk?

– van de ______________________ van de persoon

– van de ______________________ van het geluid

84 Hoeveel is de afname van het gehoorvermogen van een persoon van 30 jaar voor tonen van 12 000 Hz? Gebruik je Binas tabel 22.

____

85 Hoeveel is de afname van het gehoorvermogen van een persoon van 60 jaar voor tonen van 3000 Hz?

____

Onthouden!

Hoe hard geluid is, wordt aangegeven met de geluidssterkte (geluidsniveau of volume).
Een hard geluid heeft een grote amplitude.
Geluidssterkte meet je met een decibelmeter (geluidssterktemeter).
De eenheid van geluidssterkte is decibel (dB).
De geluidssterkte in dB is de echte geluidssterkte.
De geluidssterkte in dB(A) is hoe hard het geluid voor mensen lijkt.
De gehoordrempel is de kleinste geluidssterkte die je nog kunt horen.
Boven de pijngrens gaat geluid pijn doen aan je oren.
Bij gehoorschade kun je slechter horen. Je hebt dan gehoorverlies.
Gebruik gehoorbeschermers om gehoorschade te voorkomen.

4 Absorberen en terugkaatsen

In een tunnel hoor je een echo als je hard roept. Het geluid wordt teruggekaatst door de wanden van de tunnel (afbeelding 30). Je hoort het geluid dan nog een keer.

▲ **afbeelding 30**
In een tunnel hoor je een echo.

Geluid terugkaatsen

Een hard, glad oppervlak kaatst geluid terug. Daardoor hoor je het geluid nog een keer. De eerste keer hoor je het geluid van de geluidsbron. De tweede keer hoor je het teruggekaatste geluid. Het teruggekaatste geluid noem je de **echo**.

Echo's kun je op verschillende plaatsen horen, bijvoorbeeld:
- in de bergen;
- in een lege zaal;
- in een echoput;
- tussen hoge gebouwen;
- in een tunnel of onder een viaduct.

Je staat in een kamer zonder meubels. Je roept hard. Dan hoor je de echo van je stem bijna tegelijk met je eigen stem. Dat komt doordat de afstanden in de kamer klein zijn.
Als de afstand groter is, duurt het langer voor je de echo hoort. Bijvoorbeeld in de bergen of tussen hoge gebouwen. Hoe verder de afstand, hoe langer het duurt voor je de echo van je stem hoort.

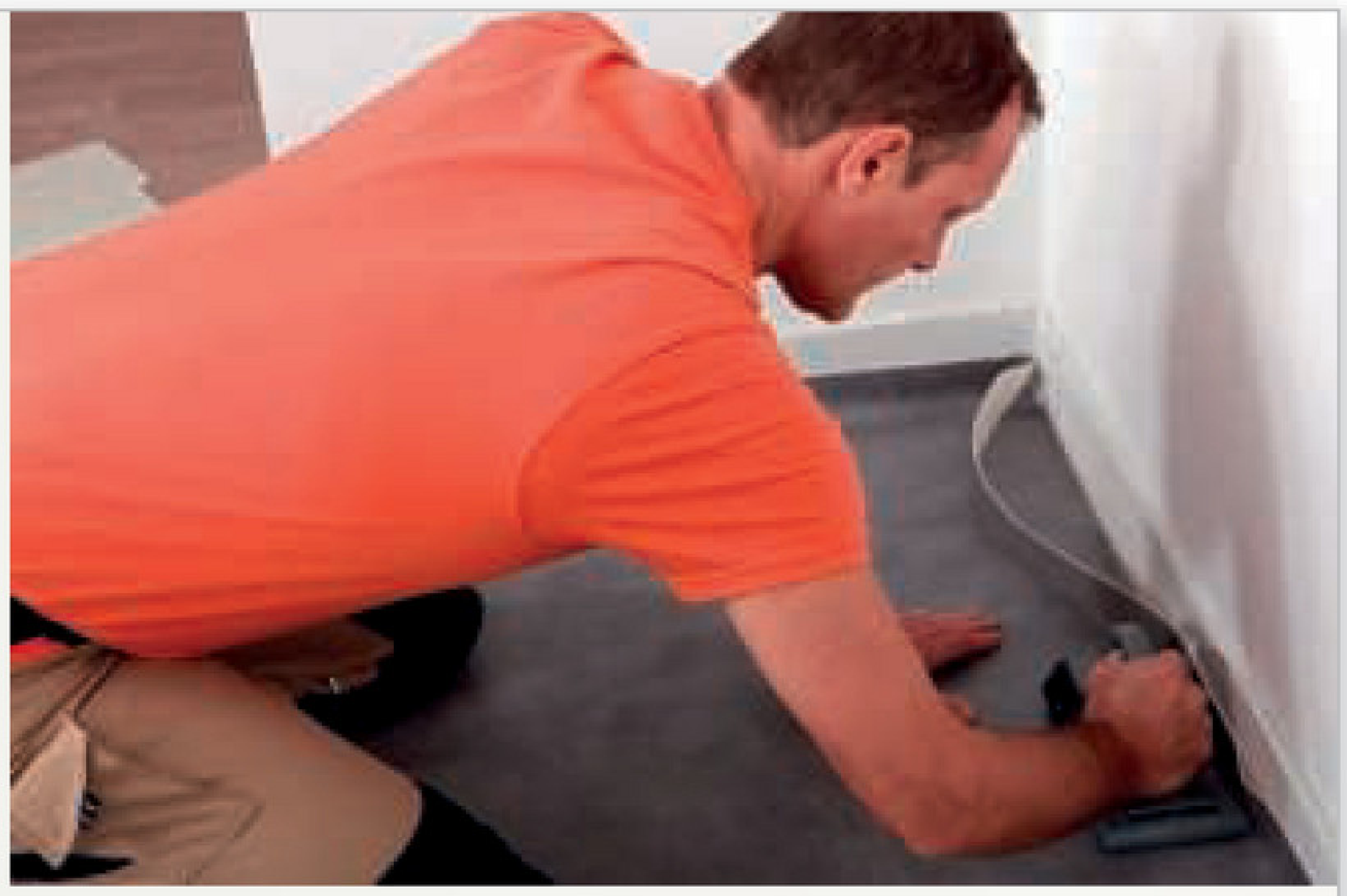
Geluid absorberen

In een kamer met meubels en vloerbedekking hoor je geen echo. Dat komt doordat meubels, vloerbedekking en gordijnen zachte materialen zijn. Zachte materialen dempen geluid. De trillingen van geluid verdwijnen in de zachte materialen. Je zegt: zachte materialen **absorberen** geluid.

Vloeren met tussenstof

Opleiding woningstoffeerder niveau 2

Mario is woningstoffeerder. Na zijn vmbo ging hij naar het Bouw- en interieurcollege. Nu legt hij vloerbedekking en bekleedt hij trappen bij mensen thuis. Vloerbedekking is een goede geluiddemper. Met een harde, houten vloer of tegels horen de buren veel geluid. Met zachte vloerbedekking is dat veel minder.



▲ **afbeelding 31**
Mario legt vloerbedekking.

Opgaven

86 Als je hetzelfde geluid nog een keer hoort, is dit geluid GEABSORBEERD | TERUGGEKAATST.

87 Hoe noem je teruggekaatst geluid?

Teruggekaatst geluid noem je een ______________________________.

88 Het geluid van de GELUIDSBRON / ECHO hoor je het eerst.

89 Je hoort een geluid en de echo van het geluid.
Het geluid van de echo legt de LANGSTE | KORTSTE weg af.

90 a Welke materialen weerkaatsten geluid?

____

b Welke materialen absorberen geluid?

____

91 In tabel 7 staan verschillende ruimten.
Kruis bij elke ruimte aan of je er wel of geen echo hoort.

▼ **tabel 7** wel of geen echo

ruimte	wel een echo	geen echo
lege zaal		
zaal vol met mensen		
leeg gymlokaal		
in de bergen		
in een bos		
woonkamer vol meubels		
tussen flatgebouwen		
klaslokaal met leerlingen		
in een tunnel		

92 Waarom hoor je in een kamer vol meubels geen echo?
Het geluid wordt TERUGGEKAATST | GEABSORBEERD door de MEUBELS | MUREN.

93 Wat doen zachte materialen met geluid?
Zachte materialen VERSTERKEN | DEMPEN geluid.

▲ **afbeelding 32**
een echobeeld van een ongeboren kind

Echoscopie

Ultrasoon geluid is voor mensen niet hoorbaar. Maar een computer kan de trillingen van ultrasoon geluid wel meten. Dokters in ziekenhuizen gebruiken ultrasoon geluid en een computer om patiënten te onderzoeken.

Ultrasoon geluid wordt teruggekaatst, net als gewoon geluid. Elk materiaal kaatst geluid op een andere manier terug. Botten kaatsen geluid bijvoorbeeld anders terug dan spieren. De dokter stuurt een ultrasoon geluid door het lichaam van de patiënt. Het geluid wordt teruggekaatst door de botten, spieren en andere weefsels. Een computer vangt de echo op en meet de terugkaatsing. Het beeld dat de computer maakt van het geluid heet een **echobeeld** (afbeelding 32).

De techniek waarbij een beeld wordt gemaakt met ultrasoon geluid heet **echoscopie**. In afbeelding 32 zie je een ongeboren baby in de buik van de moeder. De dokter gebruikt echoscopie om te zien of de baby in orde is.

Opgaven

94 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *anders – computer – echobeeld – materiaal – ultrasoon – ultrasoon geluid – weefsels*.

_______________ geluid wordt teruggekaatst, net als gewoon geluid.

Geluid wordt door elk _______________ op een andere manier teruggekaatst.

Botten kaatsen geluid _______________ terug dan spieren.

De dokter stuurt een _______________ door het lichaam van de patiënt.

Het geluid wordt teruggekaatst door botten, spieren en andere _______________.

Een _______________ vangt de echo op en maakt er een beeld van.

Zo'n beeld van geluid heet een _______________.

95 Hoe heet de techniek waarbij een computer een beeld maakt met ultrasoon geluid?

Deze techniek heet _______________.

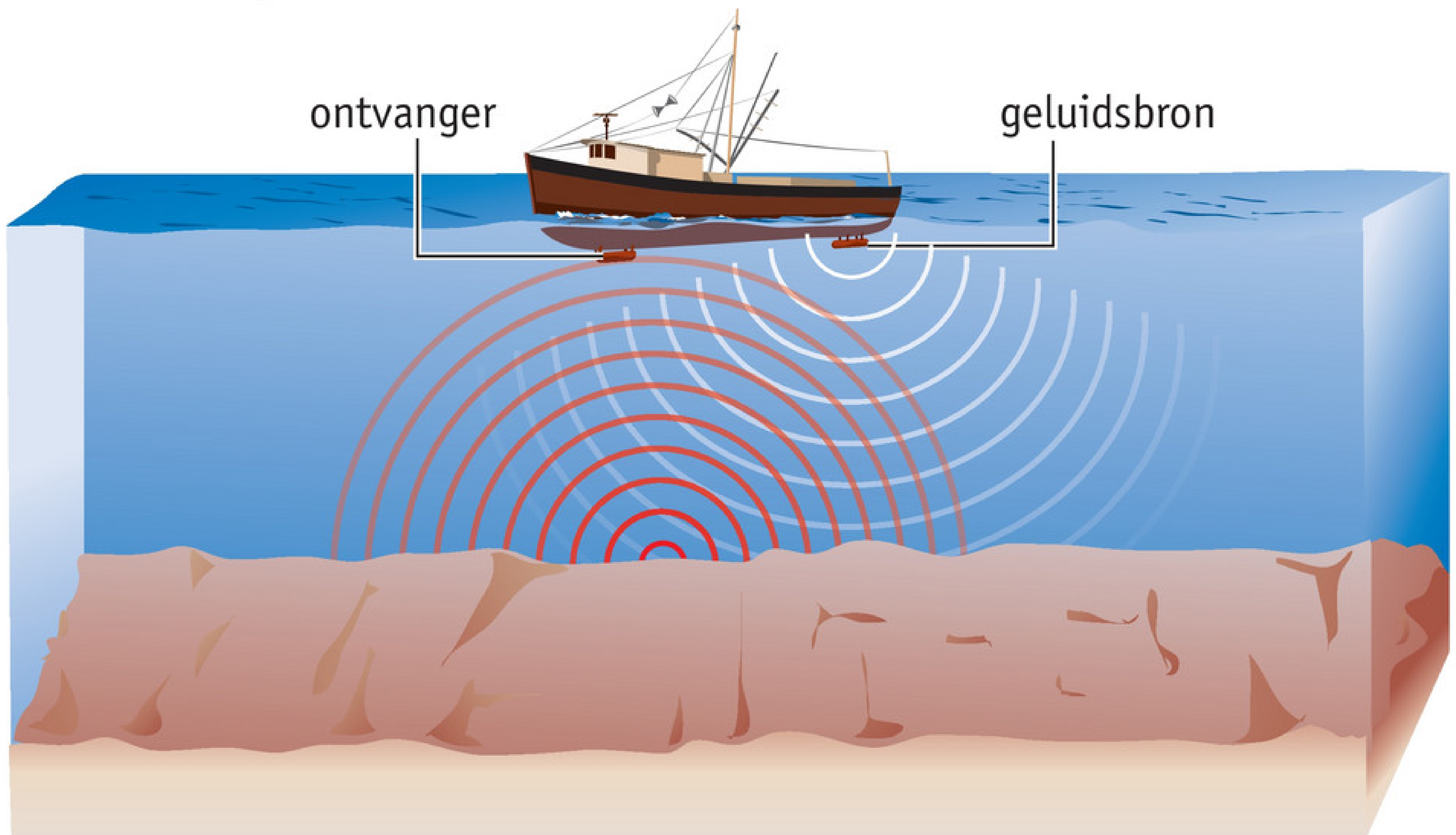
+96 Een arts kan een tumor (gezwel) onderzoeken met echoscopie.
Wat is het grote voordeel van echoscopie?

____

____

Echolood

Een andere toepassing van echo zie je bij schepen op zee. De schepen gebruiken echo om te meten hoe diep de zee is. Zo weten ze of het diep genoeg is om te varen. Hoe dit werkt, zie je in afbeelding 33.



▶ **afbeelding 33**
diepte meten met een echolood

Onder het schip hangt een apparaat dat ultrasoon geluid naar de zeebodem stuurt Dit apparaat heet een **echolood**. (Vroeger werd de diepte gemeten met een stukje lood aan een touwtje. Daarom heet het nu nog steeds een 'lood'.)

De zeebodem kaatst het geluid terug naar het schip. Een ontvanger onder het schip vangt de echo op. Een computer meet hoelang het geluid onderweg is geweest. Met die tijd kan de computer de afstand berekenen tussen het schip en de zeebodem.
Daarvoor gebruikt hij de formule:

afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd

Als de computer de afgelegde weg van het geluid heeft berekend, weet de kapitein hoe diep de zee op die plaats is.

Voorbeeld 2
Het echolood van een schip stuurt een geluid naar de zeebodem.
De ontvanger meet de echo na 0,2 seconden.
Hoe diep is de zee op die plaats?
Je weet de tijd.
De geluidssnelheid in zeewater zoek je op in Binas (tabel 20).
Je vindt: 1510 m/s.
Schrijf de formule op en vul de getallen in:
afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd
afgelegde weg van geluid = 1510 m/s × 0,2 s
afgelegde weg van geluid = 302 m

Let op! Dit is de afgelegde weg van het schip *naar de zeebodem en terug*. Om de diepte van de zee te weten, moet je die afstand dus delen door 2.
De zee is op deze plaats 302 m : 2 = 151 m diep.

▲ **afbeelding 34**
Een vleermuis vindt zijn prooi met echo.

Echo bij dieren

Er zijn ook dieren die echo gebruiken. Bijvoorbeeld vleermuizen. Zij vinden hun weg in het donker met echo. De vleermuis maakt een ultrasoon geluid. De voorwerpen in zijn omgeving weerkaatsen dat geluid. De vleermuis vangt de echo's op. Nu weet hij precies waar de voorwerpen zijn.

Een vleermuis gebruikt echo ook om een prooi te vinden (afbeelding 34). Ook dolfijnen en sommige walvissen gebruiken echo om een prooi te vinden.

Opgaven

97 Met welk soort geluid werkt een echolood?

Een echolood werkt met ______________________________.

98 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *diepte – echo – echolood – geluid – geluidssnelheid – kaatst – ontvangen – tijd.*

Een ______________ werkt met ultrasoon geluid. Het ______________

wordt naar de bodem van de zee gestuurd. De zeebodem ______________

het geluid terug. Teruggekaatst geluid noem je ______________.

Tussen uitzenden en ______________ van geluid verloopt een korte ______________.

Het echolood meet de tijd. De ______________ in water is bekend.

Een computer berekent de ______________.

99 Schrijf drie dieren op die gebruikmaken van echo.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

100 Geluid dat vleermuizen maken, kunnen mensen niet horen.
Dat geluid is WEL / NIET ultrasoon geluid.

101 Schrijf twee dingen op waarvoor een vleermuis gebruikmaakt van echo.

– ______________________________

– ______________________________

102 Tussen de Alpen in het Duitse Beieren ligt de Königssee. Dat is een groot meer waar je met een rondvaartboot op kunt. De gids op de boot laat de mensen een echo horen en blaast daarvoor op een trompet. Na 3 seconden hoor je de echo die door een steile rotswand wordt teruggekaatst.

a Zoek in je Binas de geluidssnelheid in lucht op.

geluidssnelheid in lucht = __________ m/s

b Bereken hoeveel meter het geluid van de trompet in drie seconden heeft afgelegd. Schrijf eerst de formule voor de afgelegde weg van geluid op:

afgelegde weg van geluid = ____________________

afgelegde weg van geluid = ____________________

afgelegde weg van geluid = ____________________

c Hoe ver is de rotswand van je verwijderd?
De afstand tot de rotswand is DE HELFT VAN / TWEE KEER de weg die het geluid heeft afgelegd.

De afstand tot de rotswand is dus ____________________.

103 Vanaf een schip wordt de diepte van de zee gemeten. De diepte wordt gemeten met een echolood. De echo wordt na 0,1 seconde opgevangen.
Hoe diep is de zee op die plaats?

Het geluid is in totaal __________ seconde onderweg.

Het geluid bereikt de zeebodem na __________ : 2 = __________ seconden.

Zoek de geluidssnelheid in zeewater op in je Binas.

De geluidssnelheid in zeewater is __________ m/s.

afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd

afgelegde weg van geluid = ____________________

afgelegde weg van geluid = ____________________

De zee is __________ m diep.

+104 Een echoput is 35 meter diep.
Bereken hoelang het duurt voordat je de echo van je stem hoort uit de put.

____

____

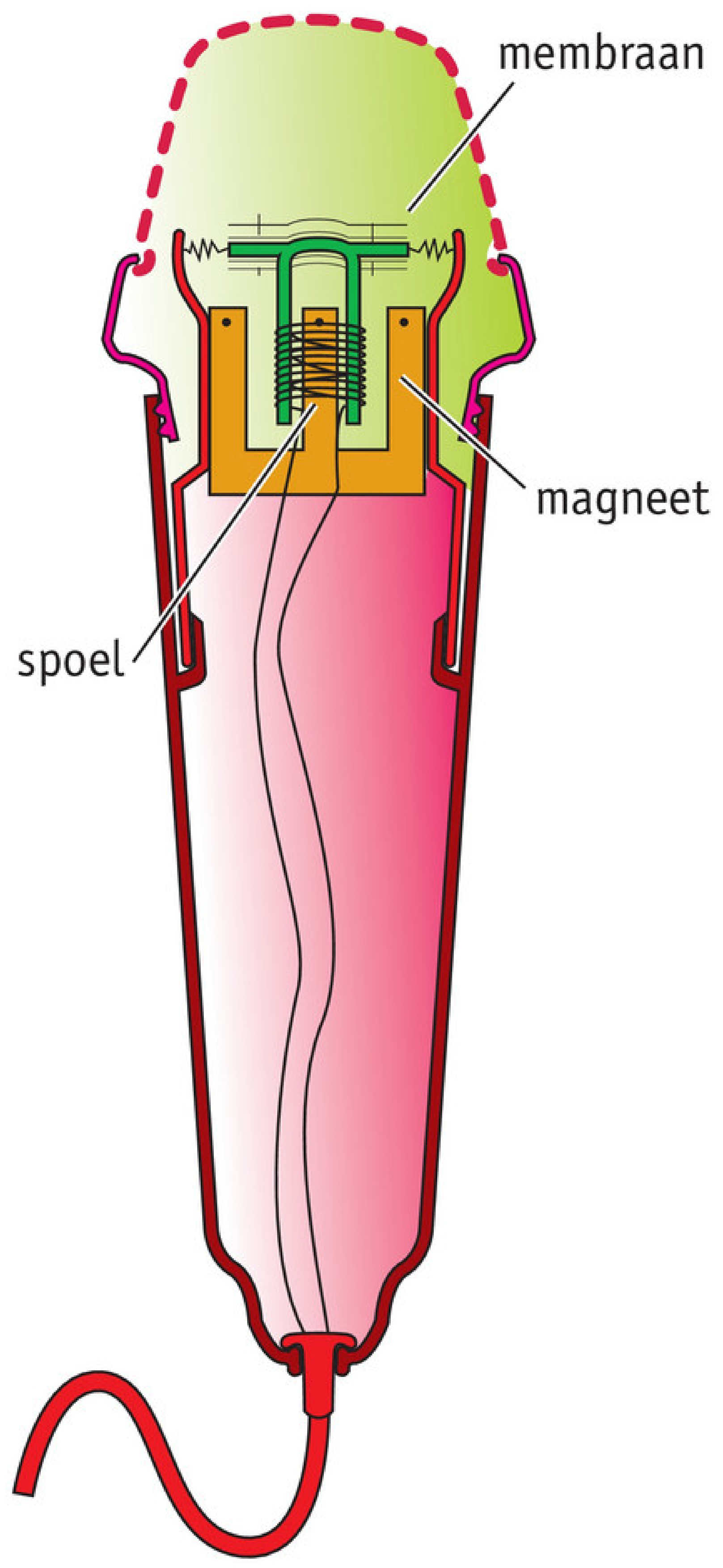
____

____

Onthouden!

Zachte materialen absorberen geluid.
Een hard, glad oppervlak kaatst geluid terug.
Een echo is teruggekaatst geluid.
Een echobeeld is een foto van teruggekaatst, ultrasoon geluid.
Een echobeeld maken heet echoscopie.
Een echolood stuurt ultrasoon geluid naar de zeebodem en vangt de echo op.
afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd
Sommige dieren maken gebruik van echo.

5 Geluid versterken



▲ **afbeelding 35**
een microfoon

De leraar voor de klas kun je meestal goed horen. Maar een spreker voor een zaal met vijfhonderd mensen is achterin niet te verstaan. Daarom gebruikt hij een microfoon.

De microfoon

Om geluid te versterken moet je het eerst opvangen. Dat doe je met een microfoon. In afbeelding 35 zie je hoe een microfoon er van binnen uitziet. De belangrijkste onderdelen zijn:

– een membraan;
– een spoel;
– een permanente magneet.

Het **membraan** is een dun metalen plaatje. De trillingen van het geluid in de lucht komen tegen het membraan. Daardoor gaat het membraan trillen. Het membraan zit vast aan de **spoel**. De spoel zit om één pool van een **magneet**. Doordat de spoel op en neer gaat, ontstaat rond de spoel een wisselend magnetisch veld. In de spoel gaat dan een kleine wisselstroom lopen.

Bij iedere trilling van het geluid wisselt de stroom van richting. Zo ontstaat een elektrisch signaal. Dit signaal is heel zwak, want de trillingen zijn heel klein. Het elektrische signaal van de microfoon gaat daarom naar een versterker. De **versterker** maakt het elektrische signaal sterker. Nu is het signaal sterk genoeg voor een luidspreker.

Kleine microfoon

In je telefoon zit ook een microfoon. Die is veel kleiner dan de microfoon in afbeelding 35. Hij wordt kristal-microfoon of piëzo-microfoon genoemd.
In deze microfoon zitten een membraan en een **piëzo-element** (afbeelding 36). Dit element bevat kristallen die gevoelig zijn voor druk. Als de druk op de kristallen verandert, ontstaat een elektrische spanning in het element. Zo wordt het geluid van je stem omgezet in een elektrisch signaal.

▶ **afbeelding 36**
In een piëzo-element ontstaat elektrische spanning als de druk verandert.

Opgaven

105 Waarvoor wordt een microfoon gebruikt?

Een microfoon gebruik je om geluid ______________________________.

106 Wat zijn de drie belangrijkste onderdelen van een grote microfoon?

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

107 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *elektrisch – magnetisme – spoel – trillen – trillende lucht – wisselspanning – wisselstroom*.

Geluid komt bij de microfoon via ______________________________.

Het membraam van de microfoon gaat ook ______________________________.

De ______________________________ trilt met het membraam mee.

Door de beweging verandert het ______________________________ in de spoel.

In de spoel wordt ______________________________ opgewekt.

Er gaat ______________________________

door de spoel lopen.

Het geluid is omgezet in een ______________________________ signaal.

108 Het elektrische signaal van een microfoon is STERK / ZWAK.

109 Waar gaat het elektrische signaal van de microfoon naartoe?
Het signaal gaat naar een LUIDSPREKER | VERSTERKER.

110 In de microfoon van een telefoon zit WEL / GEEN spoel en magneet.

111 Hoe werkt een piëzo-element?

Een piëzo-element bevat kristallen die ______________________________.

De druk op de kristallen verandert doordat trillende lucht het ______________________________
laat trillen.

Doordat de druk op de kristallen verandert, ontstaat een ______________________________
in het element.

Zo wordt het geluid omgezet in een ______________________________.

112 Uit een versterker komt een elektrisch signaal.

a Het elektrische signaal van een versterker is WEL / NIET sterk.

b Het elektrische signaal van een versterker gaat naar een ______________________________.

De luidspreker

Het versterkte elektrische signaal gaat naar een luidspreker. Een luidspreker heeft drie belangrijke onderdelen:

- een permanente magneet;
- een spoel;
- een conus.

De **luidspreker** zet een elektrisch signaal om in geluid. De luidspreker krijgt het elektrische signaal van de versterker. Dat elektrische signaal is een wisselstroom. De wisselstroom gaat door de spoel. Daardoor wordt de spoel een elektromagneet.

Door de spoel gaat wisselstroom, dus het magnetische veld verandert steeds van richting. De spoel wordt dan aangetrokken en afgestoten door de permanente magneet. Hierdoor gaat de spoel trillen.

De **conus** is een dun vel met de vorm van een trechter. De conus zit vast aan de spoel. Als de spoel trilt, gaat de conus ook trillen. De conus brengt dan de lucht aan het trillen. Die trillingen komen bij je oren. Je hoort dan het geluid. Hoe sterker het elektrische signaal, hoe groter de trillingen, hoe harder het geluid.

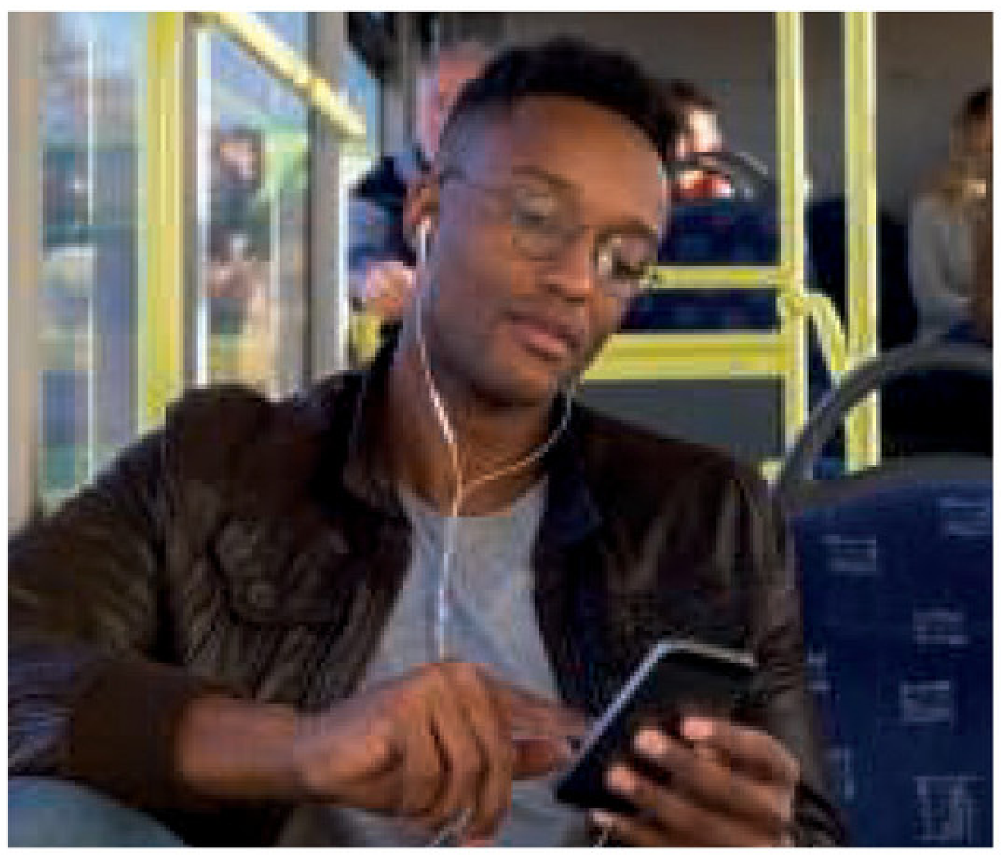
Soorten luidsprekers

Muziek bestaat uit verschillende tonen, hoge en lage. Een enkele luidspreker kan veel tonen weergeven, maar geen hele hoge en hele lage. Het geluid uit een luidspreker met één conus klinkt daardoor een beetje vlak. Met aparte luidsprekers voor hoge en lage tonen klinkt het geluid veel beter.

In afbeelding 37 zie je een box met drie luidsprekers. Deze box heeft een grote, een kleine en een gewone luidspreker.

- De lage tonen komen uit de grootste luidspreker. Dit is de **woofer**.
- De hoge tonen komen uit de kleinste luidspreker. Dit is de **tweeter**.
- De gewone luidspreker is voor de middentonen. Deze luidspreker heet de **mid-range** (Engels voor ‘midden-bereik’).

▶ **afbeelding 37**
een box met drie luidsprekers



▲ **afbeelding 38**
De geluidsbron zit bij oordopjes vlak bij je trommelvlies.

Oordopjes

In je oordopjes zitten kleine luidsprekers. In deze kleine luidsprekers zit geen spoel en magneet, maar een piëzo-element. Verder werken de oordopjes ongeveer zoals een grote luidspreker. Een elektrisch signaal laat de kristallen van het piëzo-element trillen. Daardoor gaat ook de conus trillen. Je hoort geluid.
De dopjes zitten in je oor. Daardoor is de geluidsbron heel dicht bij je trommelvlies (afbeelding 38). Het is daarom belangrijk dat je het geluid niet te hard zet.

Opgaven

113 Een band geeft een concert. Op het podium staan verschillende microfoons die het geluid opnemen. De microfoons geven een signaal door naar de versterkers.
Welke soort signaal gaat naar de versterkers?
- ☐ A gelijkspanning
- ☐ B gelijkstroom
- ☐ C geluid
- ☐ D wisselstroom

114 Welk soort signaal wordt in een versterker versterkt?
- ☐ A De gelijkspanning van de microfoon wordt versterkt.
- ☐ B De gelijkstroom van de microfoon wordt versterkt.
- ☐ C De wisselstroom van de microfoon wordt versterkt.
- ☐ D Het geluid van de microfoon wordt versterkt.

115 Schrijf de belangrijkste onderdelen van een (grote) luidspreker op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

116 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *conus – geluid – lucht – magneet – magnetisch – spoel – verandert – versterker.*

Vanuit de ________________ gaat wisselstroom naar de luidspreker.

In de luidspreker gaat de wisselstroom door een ________________.

Door de wisselstroom wordt de spoel ________________. Het magnetisme van de spoel ________________ steeds.

Door de ________________ gaat de spoel trillen. De ________________ trilt mee met de spoel.

De ________________ rond de conus gaat trillen. Je hoort ________________.

117 In je oortelefoon zitten heel kleine luidsprekers. In deze kleine luidsprekers zit een piëzo-element.
Welk onderdelen van een grote luidspreker zijn in een kleine luidspreker vervangen door het piëzo-element?
- ☐ A conus en spoel
- ☐ B magneet en conus
- ☐ C spoel en magneet

118 Waarom hebben geluidsboxen vaak meer dan één luidspreker?

____

119 Voor welke tonen is een tweeter het meest geschikt?
voor HOGE | LAGE tonen

120 Voor welke tonen is een woofer het meest geschikt?

____

Onthouden!

Een microfoon vangt geluid op en zet het om in een elektrisch signaal.
De onderdelen in een microfoon zijn:
- een membraan;
- een spoel;
- een permanente magneet.

In een kleine microfoon zit een piëzo-element in plaats van een spoel en magneet.
Een piëzo-element bestaat uit drukgevoelige kristallen.
Het membraan is een dun metalen plaatje dat trillingen van de lucht opvangt.
Een versterker versterkt het elektrische signaal van de microfoon.
Een luidspreker zet een elektrisch signaal om in geluid.
De onderdelen in een luidspreker zijn:
- een permanente magneet;
- een spoel;
- een conus.

In een kleine luidspreker zit een piëzo-element in plaats van een spoel en magneet.
De conus is een dun vel dat de lucht laat trillen.
De luidspreker voor de middentonen heet de mid-range.
De grootste luidspreker maakt lage tonen en heet de woofer.
De kleinste luidspreker maakt hoge tonen en heet de tweeter.

6 Geluidshinder

▲ afbeelding 39
Een trilplaat maakt een enorm hard geluid.

Geluidshinder kan knap vervelend zijn. Je kunt er zelfs ziek van worden. Er zijn verschillende maatregelen tegen geluidshinder.

Hinderlijk geluid

Het lawaai van een vliegtuig dat overvliegt, vindt bijna niemand leuk. Zeker niet als het 's nachts gebeurt. Ook een feestje bij de buren als je eigenlijk wilt slapen, is hinderlijk geluid. En als je een proefwerk moet leren, is een trilplaat voor de deur erg vervelend (afbeelding 39).

Als je last hebt van geluid, is dat **geluidshinder**. Het maakt niet uit of het geluid hard of zacht is. Voorbeelden van geluidshinder zijn:
- verkeer
- machines
- vliegtuigen
- muziek (van iemand anders)

Geluidshinder is slecht voor je gezondheid. Je wordt soms boos of geïrriteerd. Of je kunt er niet van slapen. Door geluidshinder krijgen mensen vaak stress. Ze worden er ziek van.

Geluidshinder is iets anders dan schadelijk geluid. Geluidshinder is al het geluid waar je last van hebt. Dat kan hard of zacht geluid zijn. Je gehoor hoeft niet beschadigd te raken.
Schadelijk geluid is te hard voor je oren. Hierdoor krijg je gehoorschade, bijvoorbeeld gehoorverlies.

Opgaven

121 Wanneer is sprake van geluidshinder?
Als je WEL | GEEN last hebt van het geluid.

122 Is het geluid bij geluidshinder altijd hard?
JA / NEE

123 Schrijf vier voorbeelden van geluidshinder op.

– ____________________

– ____________________

– ____________________

– ____________________

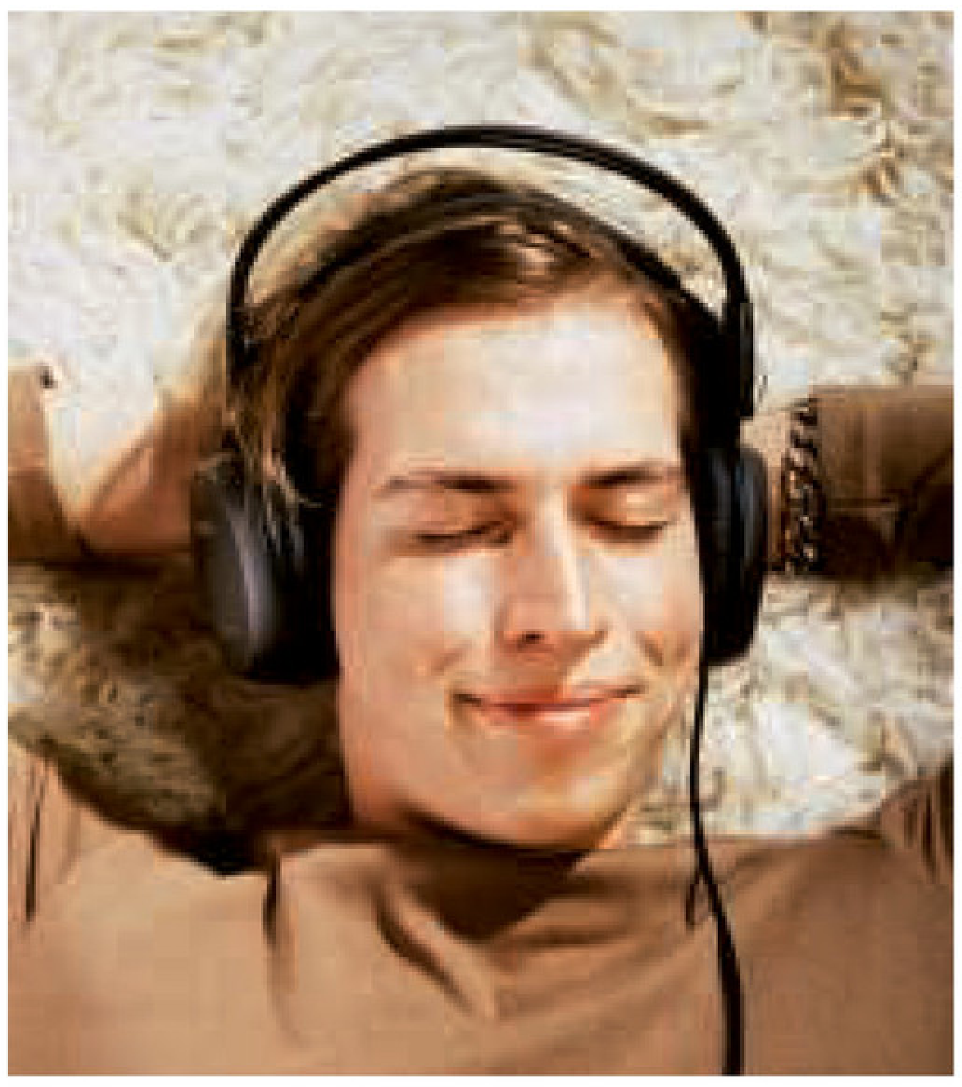
124 Heeft geluidshinder invloed op je gezondheid?
Van geluidshinder kun je WEL | NIET ziek worden.

125 Jarno heeft 's nachts veel last van geluidshinder.
Welke dingen gaan bij hem slechter?

Jarno gaat slechter ______________________________.

Daardoor raakt hij ______________________________.

Op het werk kan hij zich slecht ______________________________.



▲ **afbeelding 40**
een maatregel bij de geluidsbron

Maatregelen tegen geluidshinder

Tegen geluidshinder kun je verschillende maatregelen nemen.
Er zijn drie plaatsen waar je een maatregel kunt nemen:

- bij de geluidsbron;
- in de tussenstof (tussen geluidsbron en ontvanger);
- bij de ontvanger van het geluid.

Maatregelen bij de geluidsbron

Geluidshinder voorkomen kan door de geluidsbron stiller te maken. Bijvoorbeeld als je naar muziek luistert en iemand anders daar last van heeft. Jouw muziek is de geluidsbron. Je kunt de muziek zachter zetten. Dat is een maatregel bij de geluidsbron. Je kunt ook een **hoofdtelefoon** opzetten (afbeelding 40). Ook dat is een maatregel bij de geluidsbron. Niemand heeft dan last van jouw muziek.

Mensen die aan een drukke weg wonen, hebben vaak last van verkeersgeluid. De geluidsbron is het verkeer. Een maatregel bij de geluidsbron is dan: het verkeer stiller maken. Dat kan met een geluidsarme motor. In afbeelding 41 zie je een vrachtwagen. Naast het nummerbord zit een L in een groene cirkel. Dit betekent dat de vrachtwagen een **geluidsarme motor** heeft.

▶ **afbeelding 41**
een vrachtwagen met een geluidsarme motor

Een andere manier om verkeer stiller te maken, is **fluisterasfalt**. Dit is een speciaal soort asfalt waarop autobanden minder geluid maken.
Nog een manier om verkeer stiller te maken, is **snelheidsbeperking**. Als auto's minder hard rijden, maken ze minder geluid.

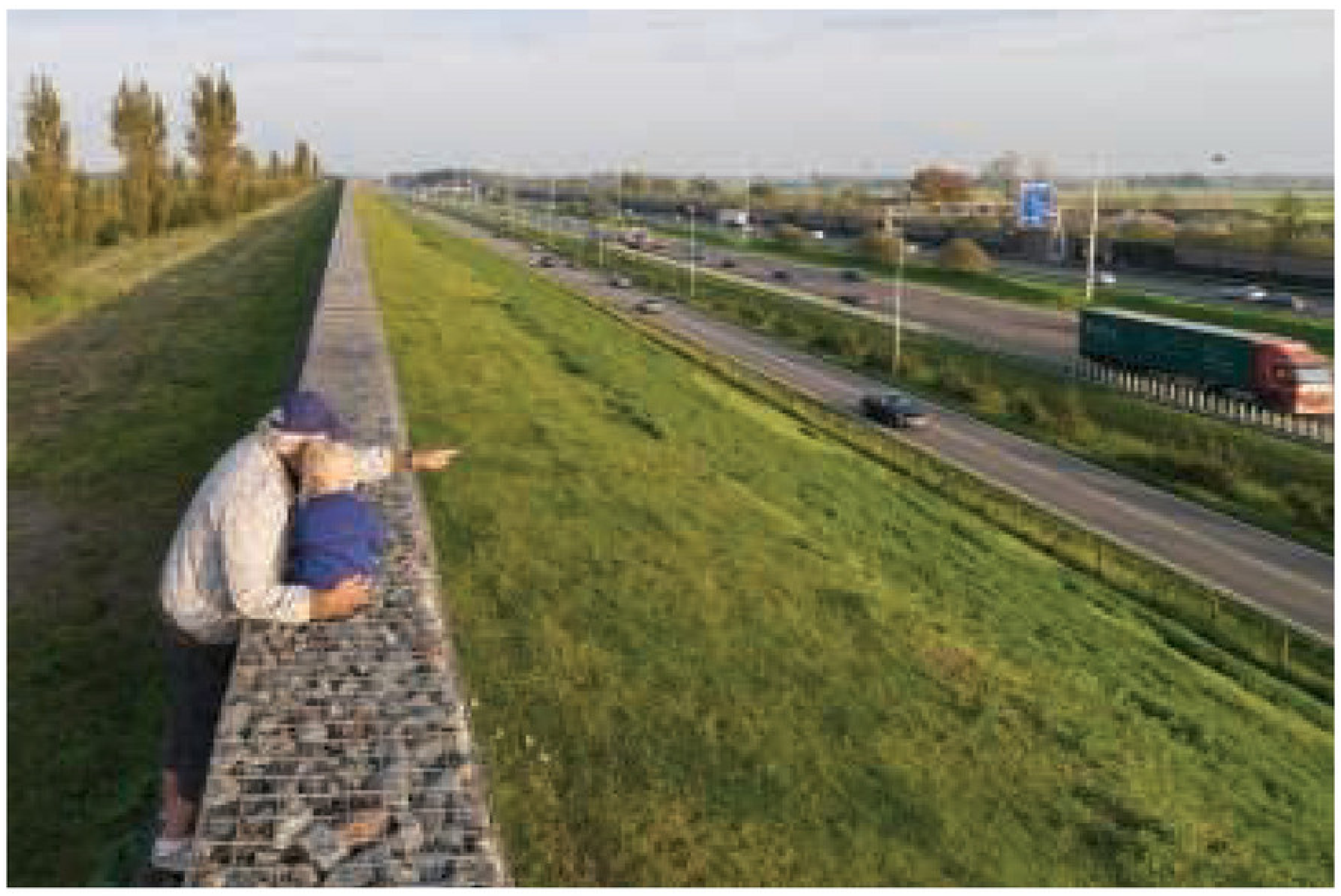
Een wasmachine maakt ook veel geluid. De wasmachine staat daarom op rubber pootjes. Hierdoor maakt die minder geluid. Ook dit is een maatregel bij de geluidsbron.

Maatregelen in de tussenstof (tussen geluidsbron en ontvanger)
Het geluid van verkeer kun je tegenhouden. Er komt dan minder geluid bij de mensen die er last van hebben. Langs de snelweg staat daarvoor een **geluidsscherm** (afbeelding 42). Een geluidsscherm is een hard, glad oppervlak. Het geluid wordt daardoor teruggekaatst naar de snelweg. Bij deze maatregel is er iets veranderd in de tussenstof (tussen bron en ontvanger).

▶ **afbeelding 42**
Een geluidsscherm heeft een glad, hard oppervlak.

Een andere maatregel tussen de bron en de ontvanger is een **geluidswal** (afbeelding 43). Een geluidswal is van zacht materiaal. De geluidswal absorbeert het geluid.

▶ **afbeelding 43**
Een geluidswal is van zacht, absorberend materiaal.



Machines maken vaak veel geluid. Je kunt een kast om een machine bouwen. Ook dit is een maatregel in de tussenstof. In de kast zit zacht materiaal. Dit materiaal absorbeert het geluid. Het geluid wordt tegengehouden tussen de bron en de ontvanger. Je kunt de machine ook in een andere ruimte zetten (waar je zelf niet bent).

Maatregelen bij de ontvanger van het geluid

Je kunt de geluidsbron stiller maken. Of je kunt het geluid tegenhouden. Maar je kunt ook de ontvanger van het geluid beschermen. Je neemt dan een maatregel bij de ontvanger. **Oorkappen** beschermen de ontvanger tegen geluidshinder. Ze beschermen ook tegen schadelijk geluid.

Soms wil je je goed concentreren. Bijvoorbeeld als je huiswerk maakt of een boek leest. Dan kun je **oordoppen** gebruiken. Daarmee houd je hinderlijk geluid van buiten tegen. Ook oordoppen zijn een maatregel bij de ontvanger.

Nog een maatregel bij de ontvanger is **geluidsisolatie**. Een voorbeeld is dubbel glas in huizen (afbeelding 44). Het glas houdt het geluid tegen bij de ontvanger (het huis waar de mensen wonen).

▶ **afbeelding 44**
dubbel glas installeren als geluidsisolatie

Opgaven

126 Kun je geluidshinder voorkomen?
Geluidshinder kun je WEL | NIET voorkomen.

127 Vul tabel 8 in.
In de eerste kolom staat een oorzaak van geluidshinder.
Schrijf in de tweede kolom wat je ertegen kunt doen.

▼ **tabel 8** plaatsen waar geluidshinder kan plaatsvinden

oorzaak van geluidshinder	wat je ertegen kunt doen
muziek van een geluidsinstallatie	
een vrachtwagen met een motor die veel geluid maakt	
geluid van de banden op een snelweg	
hard rijdend verkeer in een woonwijk	
een snelweg langs een woonwijk	
een wasmachine die veel trilt	
een geluidsstudio	
een machine die veel lawaai maakt	
startende en landende vliegtuigen bij een vliegveld	
lawaai in een fabriek	
een discotheek in een woonwijk	

128 Tabel 19 van Binas geeft een overzicht van luchtgeluidisolatie bij huizen. In de tabel staan de isolatiewaarden van verschillende frequenties. De waarden zijn gegeven in dB. In de laatste kolom staat de isolatiewaarde in dB(A).
Welke kolom is de belangrijkste als het gaat om geluidshinder?

De kolom ______________________, want ____

____.

129 Hoeveel dB(A) vermindert het verkeerslawaai door dubbel glas 4–6–4 mm?

____

130 Hoeveel vermindert geluid met een frequentie van 500 Hz door gasgevuld dubbel glas 5–9–8 mm?

____

131 Schrijf drie voorbeelden op van maatregelen bij de bron.

____

____

____

132 Schrijf drie voorbeelden op van maatregelen in de tussenstof (tussen bron en ontvanger).

____

____

____

133 Schrijf twee voorbeelden op van maatregelen bij de ontvanger.

____

____

Onthouden!

Geluidshinder betekent dat iemand last heeft van geluid.
Geluidshinder is iets anders dan schadelijk geluid.
Tegen geluidshinder kun je maatregelen nemen op drie plaatsen:
- bij de geluidsbron;
- in de tussenstof (tussen geluidsbron en ontvanger);
- bij de ontvanger van het geluid.

Maatregelen bij de geluidsbron zijn:
- geluid zachter zetten;
- hoofdtelefoon;
- geluidsarme motor;
- fluisterasfalt;
- snelheidsbeperking.

Maatregelen tussen de bron en de ontvanger zijn:
- geluidsscherm;
- geluidswal;
- een kast of muur rond de geluidsbron.

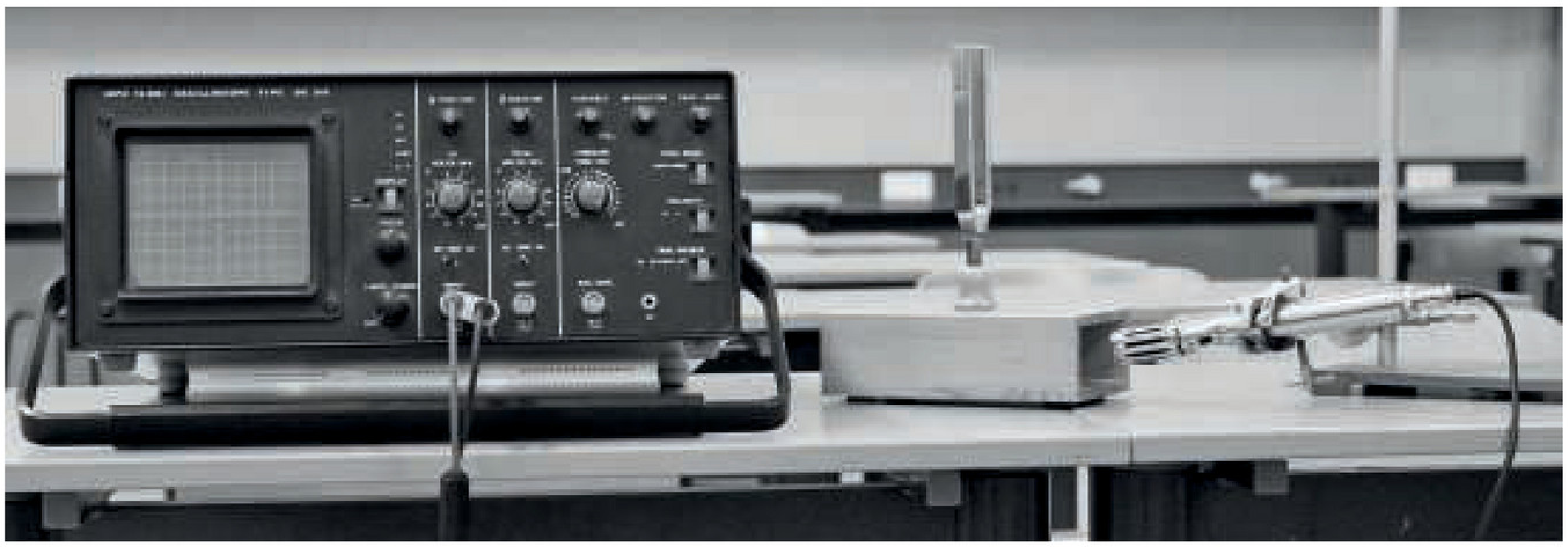
Maatregelen bij de ontvanger zijn:
- oorkappen;
- oordoppen;
- geluidsisolatie, bijvoorbeeld dubbel glas.

7 Examen doen

Examenvraag 1 — examen 2014, eerste tijdvak

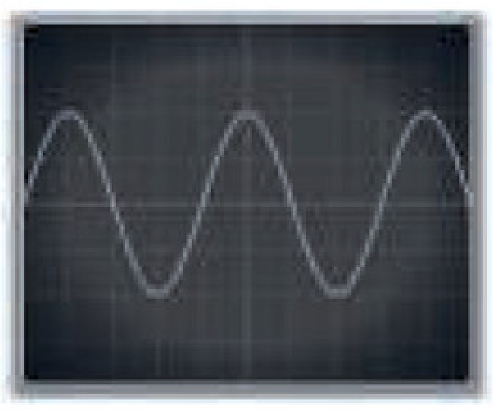
Een stemvork

Mariska doet een onderzoek aan een stemvork op een klankkast. Ze gebruikt een microfoon die is aangesloten op een oscilloscoop (afbeelding 45).



▲ afbeelding 45

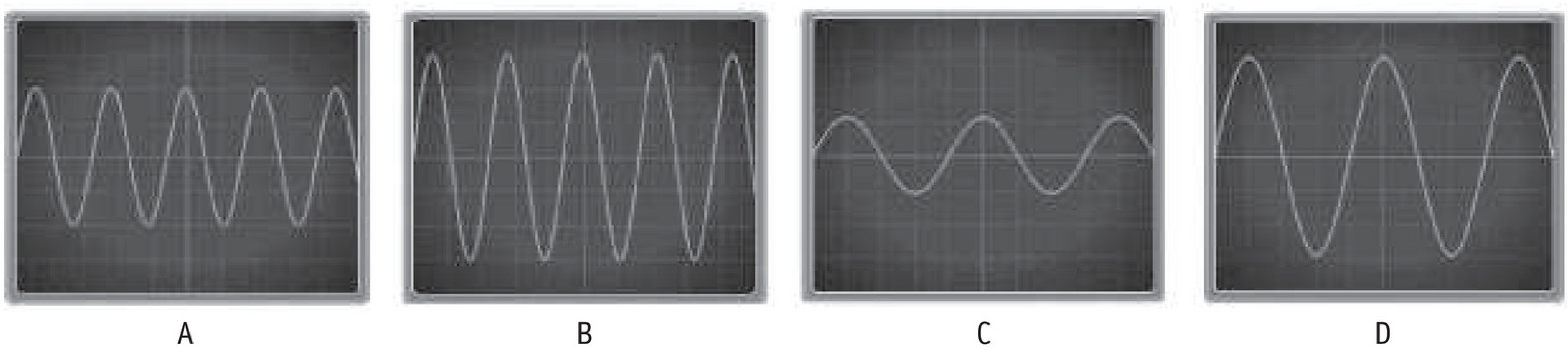
Ze slaat de bovenkant van een been van de stemvork met een hamer aan.
Op het scherm van de oscilloscoop ziet ze het beeld van afbeelding 46.



▲ afbeelding 46

Mariska slaat de stemvork nogmaals aan. Deze keer harder.

1p → Welk beeld van afbeelding 47 ziet ze nu?



▲ afbeelding 47

- ☐ A beeld A
- ☐ B beeld B
- ☐ C beeld C
- ☐ D beeld D

Examenvraag 2

examen 2014, eerste tijdvak

Een stemvork

De stemvork op de klankkast heeft een frequentie van 440 Hz. Mariska vervangt de stemvork door een stemvork met een frequentie van 600 Hz. Ze slaat die stemvork even hard aan.

1p → Omcirkel in de zin de juiste mogelijkheid.

Op het scherm ziet Mariska een

kleiner
even groot
groter

aantal trillingen.

Examenvraag 3

examen 2014, eerste tijdvak

Heilawaai

Veel gebouwen staan op heipalen. Deze heipalen worden met een groot heiblok in de grond gestampt (afbeelding 48).

▲ afbeelding 48

De machinist ziet het heiblok op de paal vallen. Hij hoort de echo via het gebouw op de achtergrond 0,50 s later.

3p → Bereken de afstand van de machinist tot het gebouw. Gebruik de tabel *Veel gebruikte waarden* in Binas.

Antwoorden

Examenvraag 1

Als je de stemvork harder aanslaat, wordt het geluid harder, maar de toon van de stemvork verandert niet.Op het beeldscherm zie je daarom evenveel trillingen, maar de amplitude verandert. Omdat het geluid harder wordt, is de amplitude groter. Antwoord D is juist.

Examenvraag 2

De stemvork van 600 Hz heeft een grotere frequentie dan de stemvork van 440 Hz. Op het scherm moet je dus meer golven zien. Mariska ziet een groter aantal trillingen. In het schema moet je dus het woord ‘groter’ omcirkelen.

Op het scherm ziet Mariska een	kleiner even groot $\boxed{\text{groter}}$	aantal trillingen.

Examenvraag 3

Om deze vraag op te kunnen lossen, moet je twee dingen opzoeken in Binas.

1. De geluidssnelheid in lucht vind je in tabel 20. Deze is 343 m/s.
2. De formule waarmee je de afgelegde weg van geluid uitrekent, vind je in tabel 8.

De formule is:
afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd
In de formule vul je de gegevens in:
De tijd is gegeven (0,5 s).
afgelegde weg van geluid = 343 m/s × 0,5 s
afgelegde weg van geluid = 171,5 m
Maar omdat het geluid naar het gebouw en weer terug moet, deel je deze uitkomst door 2.
171,5 : 2 = 85,75 m. Dit mag je afronden naar 86 m.
De afstand van de machinist tot het gebouw is 86 m.

Opgaven

naar examen 2015, eerste tijdvak

Geluidsscherm

Om geluidshinder van verkeer te verminderen, is een geluidsscherm geplaatst. Achter het scherm is op verschillende afstanden het geluidsniveau gemeten.

▲ afbeelding 49

134 Bij deze geluidsmetingen gebruikt men een apparaat.
1p → Zet een kruisje in tabel 9 achter elk apparaat dat geschikt is om het geluidsniveau te meten.

▼ tabel 9

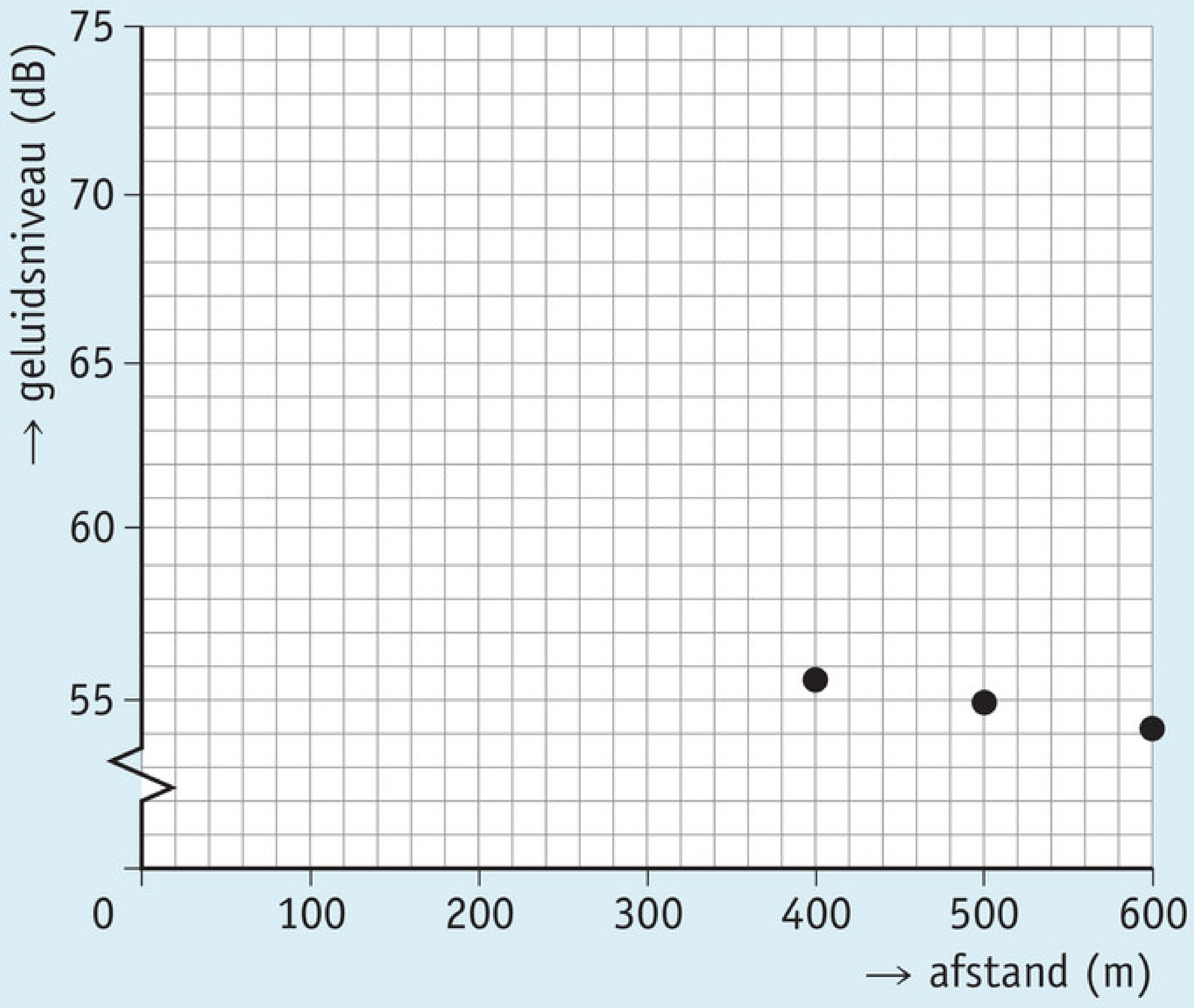
dB-meter	
luidspreker	
microfoon en computer	

Je ziet in tabel 10 de meetresultaten na het plaatsen van het scherm.

▼ tabel 10

afstand achter het scherm (m)	0	100	200	300	400	500	600
geluidsniveau (dB)	74,0	62,0	58,0	56,5	55,5	54,7	54,0

135 In het diagram van het geluidsniveau tegen de afstand zijn drie meetpunten al uitgezet (afbeelding 50).
3p → Zet de andere meetpunten uit en teken de grafiek.



▲ afbeelding 50

136 Vóór de plaatsing van het scherm werd op een afstand van 160 m tot de verkeersweg een geluidsniveau van 66 dB gemeten.

2p → Bereken hoeveel dB het geluidsniveau op die afstand is afgenomen. Gebruik de grafiek bij je antwoord.

____

____

____

137

1p → In welke zone valt het geluidsniveau op 500 m achter het scherm?

- ☐ A erg stil
- ☐ B indringend
- ☐ C rustig
- ☐ D storend bij telefoneren

138 Het betonnen geluidsscherm heeft invloed op het geluid voor omwonenden.

2p → Omcirkel in elke zin de juiste mogelijkheid.

Het geluidsscherm zal het meeste geluid [opnemen | terugkaatsen] .

Het scherm pakt de geluidshinder aan bij de [bron | ontvanger | tussenstof] .

8 Test jezelf

Waar / niet waar-vragen

Bewering	waar	niet waar
1 Hoorbare geluidstrillingen zijn ultrasoon.		
2 Vlak bij de geluidsbron is de amplitude groter dan op 10 m van de geluidsbron.		
3 Geluid bereikt je oor via een tussenstof.		
4 De frequentie is een maat voor geluidssterkte.		
5 De eenheid van frequentie is hertz.		
6 Een toon met een frequentie onder 20 000 Hz is ultrasoon.		
7 Dieren hebben een ander frequentiebereik dan mensen.		
8 De geluidssnelheid is in alle stoffen hetzelfde.		
9 Geluid verplaatst zich via een tussenstof.		
10 afgelegde weg van geluid = geluidssnelheid × tijd		
11 Geluid wordt door alle materialen teruggekaatst.		
12 Een kristalmicrofoon werkt met een piëzo-element.		
13 Zachte materialen geven een mooie echo.		
14 Met een echolood meet je de geluidssnelheid in metalen.		
15 Als op een piëzo-element wisselspanning staat, gaat het trillen.		
16 Echoscopie wordt gebruikt bij onderzoek van een ongeboren baby.		
17 Geluidshinder kun je bij de bron bestrijden.		
18 Een beeld maken met ultrasoon geluid heet fotoscopie.		
19 Een microfoon versterkt het geluid.		
20 Een woofer geeft lage tonen goed weer.		

Examenvragen

Paalzitten

In het Friese dorp Kollum wordt elke zomer het kampioenschap paalzitten gehouden (afbeelding 51).

▲ afbeelding 51

1 Volgens de gemeentelijke vergunning mag het geluid tijdens het kampioenschap niet meer dan 55 dB zijn.

1p → Met welk geluidsniveau komt 55 dB overeen?

- ☐ A een elektrische tandenborstel
- ☐ B een rustig gesprek
- ☐ C een wasdroger

2 Het publiek is zó enthousiast dat er zelfs geluid tot wel 64 dB wordt gemeten.
Voor metingen aan het geluidsniveau geldt de volgende regel:
Bij elke verdubbeling van het geluid neemt het geluidsniveau met 3 dB toe.

1p → Hoeveel keer is het geluid van 64 dB harder dan het geluid van 55 dB?

- ☐ A 2 keer zo hard
- ☐ B 3 keer zo hard
- ☐ C 6 keer zo hard
- ☐ D 8 keer zo hard
- ☐ E 9 keer zo hard

Examen 2014, eerste tijdvak

Antimuggenstekker

Marit en René kopen een antimuggenstekker voor in hun slaapkamer (afbeelding 52).

▲ afbeelding 52

3 Op de verpakking lezen ze dat het apparaat ultrasoon geluid uitzendt.
3p → Omcirkel in elke zin de juiste mogelijkheid.

De mens kan het ultrasone geluid [niet / wel] waarnemen.

niet
wel

De mens kan geluiden horen tussen [20 / 50 / 100 / 1000] Hz en [1000 / 5000 / 10 000 / 20 000] Hz.

20	1000
50	5000
100	10 000
1000	20 000

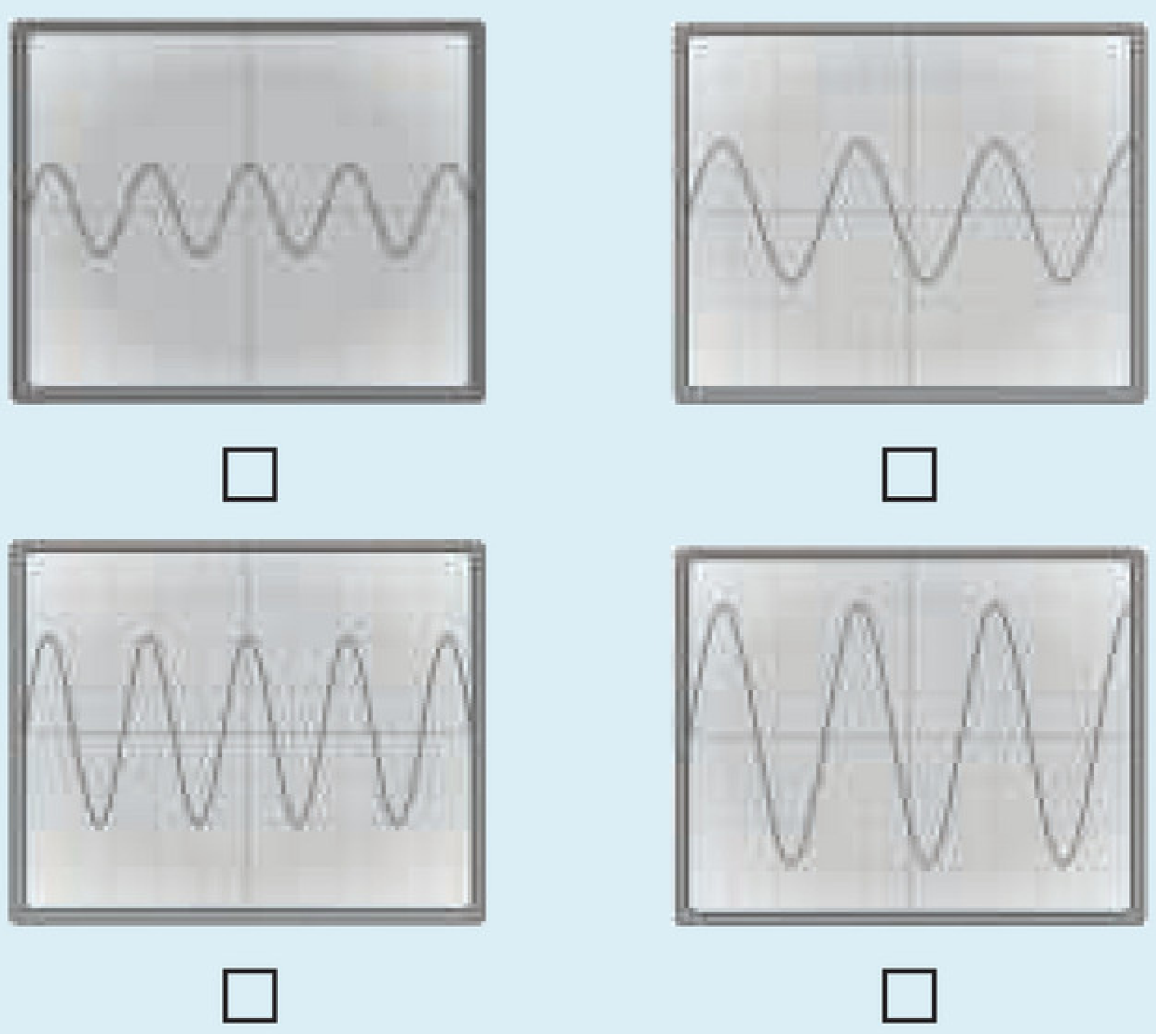
Examen 2014, eerste tijdvak

Geluidstonen

4 Ankie en Bibian doen een proefje met geluid. Ze luisteren naar een zachte hoge toon en daarna naar een harde lage toon. De geluiden zien ze ook op het scherm van een oscilloscoop.
2p → Zet bij elke toon een kruisje in het vakje onder het juiste beeld.

de zachte hoge toon

de harde lage toon



▲ afbeelding 53
Examen 2013, eerste tijdvak

Tuinwachter

Er is een apparaat (Tuinwachter) te koop om de tuin vrij te houden van onder andere honden en katten (afbeelding 54). De Tuinwachter maakt ultrasoon geluid dat die dieren verjaagt. Met een knop kun je frequenties van 10 000 tot 25 000 Hz instellen.

▲ afbeelding 54

5 In tabel 11 staan frequenties weergegeven.
2p → Zet in tabel 11 een kruisje achter de frequenties die het apparaat wel kan weergeven, maar die voor de mens niet hoorbaar zijn.

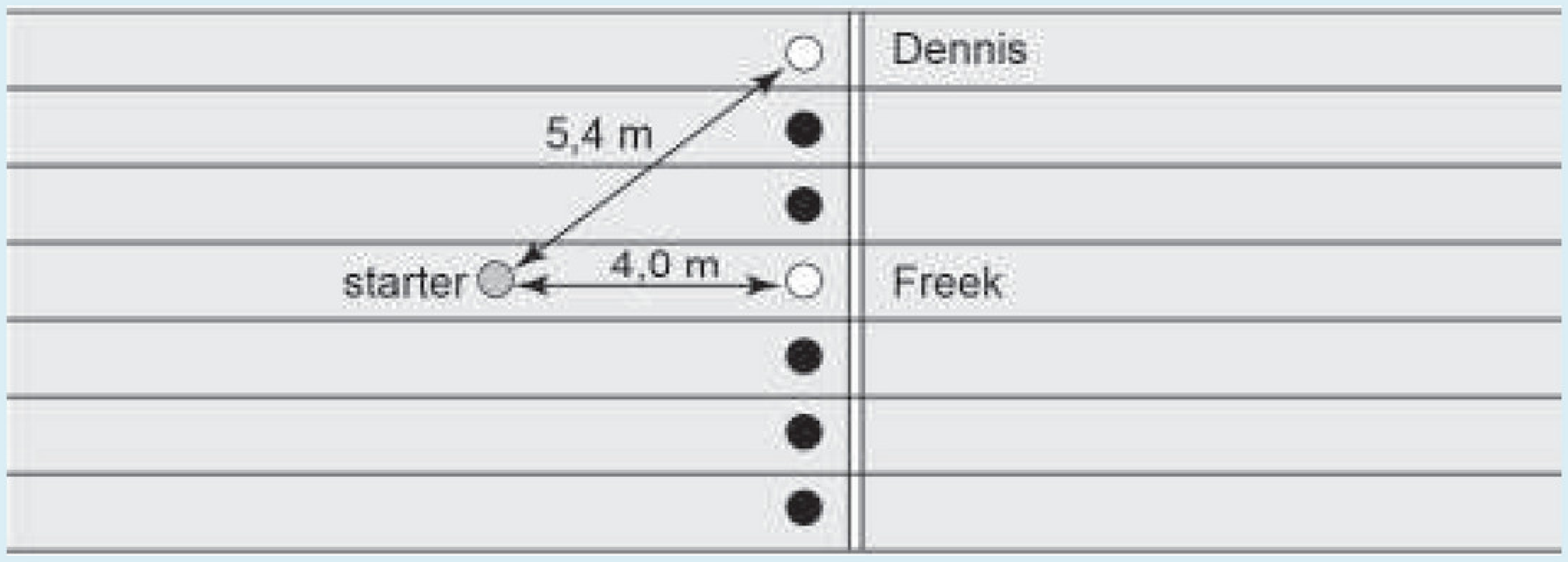
▼ tabel 11

f (Hz)	
10 000 tot 12 500	
12 500 tot 15 000	
15 000 tot 17 500	
17 500 tot 20 000	
20 000 tot 22 500	
22 500 tot 25 000	

6 Op een afstand van 50 cm van de Tuinwachter is een hoorbaar geluid met een geluidsniveau van 124 dB gemeten.
1p → In welk gebied valt dit geluid? Gebruik de tabel *Gehoorgevoeligheid* in Binas.
☐ A gevaarlijk geluid; kans op gehoorbeschadiging
☐ B toenemende kans op gehoorbeschadiging
☐ C permanente gehoorschade
Naar: Examen 2013, eerste tijdvak

Oneerlijke start

Bij een atletiekwedstrijd wordt bij de 100 m hardlopen een startschot gegeven. De starter staat met zijn pistool midden op de baan achter de atleten (afbeelding 55).



▲ afbeelding 55

7 Wanneer de starter schiet, gaat de tijd lopen en mogen de atleten starten. De starter bevindt zich 4,0 m van Freek en 5,4 m van Dennis. Freek heeft het voordeel dat hij het geluid van het startpistool eerder hoort dan de andere lopers.

2p → Laat door een berekening zien dat het geluid er 0,0159 s (15,9 ms) over doet om Dennis te bereiken.
De geluidssnelheid in lucht bij 288 K is 340 m/s.

____

____

____

____

Examen 2013, eerste tijdvak

8

1p → Schat hoeveel ms (milliseconden) Freek het geluid eerder hoort dan Dennis.

☐ A 1 ms
☐ B 4 ms
☐ C 10 ms

Verkeerslawaai

▲ afbeelding 56

Om geluidsoverlast van verkeer te verminderen, kunnen verschillende maatregelen worden genomen. Je kunt maatregelen nemen bij de bron, in de tussenstof en bij de ontvanger.

9 In tabel 12 staan verschillende maatregelen.
2p → Zet in tabel 12 achter elke maatregel een kruisje in de juiste kolom.

▼ tabel 12

maatregel	bron	tussenstof	ontvanger
geluidsscherm			
hogere bandenspanning			
oordopjes gebruiken			
dubbele ramen			

Examen 2013, eerste tijdvak

Geluidsstudio

10 Chantal zingt een liedje in de microfoon. Via de hoofdtelefoon hoort ze dan haar eigen stem (afbeelding 57).

▲ afbeelding 57

2p → Geef in tabel 13 de geluidsbron, de tussenstof en de ontvanger aan met een kruisje.

▼ tabel 13

	geluidsbron	tussenstof	ontvanger
microfoon			
lucht			
hoofdtelefoon			
Chantal			

Examen 2012, eerste tijdvak

CRAFT

7 Stoffen en materialen

Inhoud

Startvraag

Schrijf vijf verschillende voorwerpen op. Schrijf erachter van welk materiaal of materialen ze gemaakt zijn.

voorwerp	materiaal

1 Van stof tot materiaal

Voorwerpen die je gebruikt, moeten worden gemaakt. Dat gebeurt in fabrieken. Om materialen en producten te maken, zijn grondstoffen nodig.

Grondstoffen

Om producten te maken zijn stoffen nodig. Sommige stoffen komen uit de natuur. Dit zijn **grondstoffen**. Voorbeelden van grondstoffen zijn: wol, bomen, aardolie en bauxiet. Wol is een grondstof voor kleren (afbeelding 1). Bomen zijn de grondstof voor houten meubels (afbeelding 2). Aardolie is de grondstof voor kunststof en benzine. Bauxiet is de grondstof voor aluminium.

▲ **afbeelding 1**
Wol is de grondstof voor kleren.

Bauxiet is een erts. Een **erts** is een gesteente waar een nuttige grondstof in zit. Om die grondstof te gebruiken moet je hem eerst uit het gesteente halen. Een ander voorbeeld van een erts is ijzererts.

Het productieproces

Van grondstoffen worden materialen en producten gemaakt. Dat gebeurt tijdens het **productieproces**. Stap 1 van het productieproces is grondstoffen verzamelen. Veel grondstoffen worden met machines uit de grond gehaald. Bijvoorbeeld aardolie. Grondstoffen uit de grond halen noem je **winnen**.

▲ **afbeelding 2**
Bomen zijn de grondstof voor houten meubels.

De grondstoffen moeten daarna worden gezuiverd. Dit **zuiveren** van grondstoffen is stap 2. Aardolie bijvoorbeeld wordt in een olieraffinaderij gezuiverd en bewerkt tot nafta, bitumen en andere stoffen. Een gezuiverde grondstof noem je een **halffabricaat**.

Stap 3 in het productieproces is het **eindproduct**. In fabrieken verwerken ze de halffabricaten tot eindproducten. Van planken worden tafels of vloerdelen gemaakt. Bitumen wordt verwerkt tot asfalt voor wegen. Aluminium is geschikt voor allerlei toepassingen, zoals keukenpannen of vliegtuigen.

Het productieproces:
- stap 1: grondstof winnen, bijvoorbeeld bauxiet;
- stap 2: grondstof zuiveren tot halffabricaat, bijvoorbeeld aluminium;
- stap 3: halffabricaat verwerken tot eindproduct, bijvoorbeeld een pan.

Opgaven

1 Grondstoffen komen WEL | NIET uit de natuur.

2 Van welke grondstof wordt aluminium gemaakt?
- ☐ A aardolie
- ☐ B bauxiet
- ☐ C bomen
- ☐ D ijzererts

3 Welke grondstof wordt gebruikt om houten meubels te maken?
- ☐ A aardolie
- ☐ B bauxiet
- ☐ C bomen
- ☐ D ijzererts

4 Van welke grondstof worden kleren gemaakt?

Kleren worden gemaakt van ________________________________.

5 Een eindproduct van aardolie is benzine.

Een ander eindproduct van aardolie is ________________________.

6 Een gezuiverde grondstof is WEL | NIET een halffabricaat.

7 Keukenpannen worden WEL | NIET gemaakt van een halffabricaat.

8 Hoe noem je het proces waarbij materialen en producten worden gemaakt uit grondstoffen?

Dat noem je het ____.

9 Van welk metaal worden vliegtuigen gemaakt?

Vliegtuigen worden gemaakt van ____.

10 Een productieproces bestaat uit drie stappen. Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *eindproduct* – *grondstof* – *halffabricaat* – *winnen*.

De eerste stap van een productieproces is het __________________ van de ______________________. Daarna moet de grondstof gezuiverd worden tot ______________________. Als laatste stap wordt het halffabricaat verwerkt tot ______________________.

11 Schrijf twee gezuiverde halffabricaten van aardolie op.

Twee gezuiverde halffabricaten van aardolie zijn ____________________________________.

Zorgen dat de fabriek blijft draaien

Mbo operationele techniek (niveau 2 of 3)

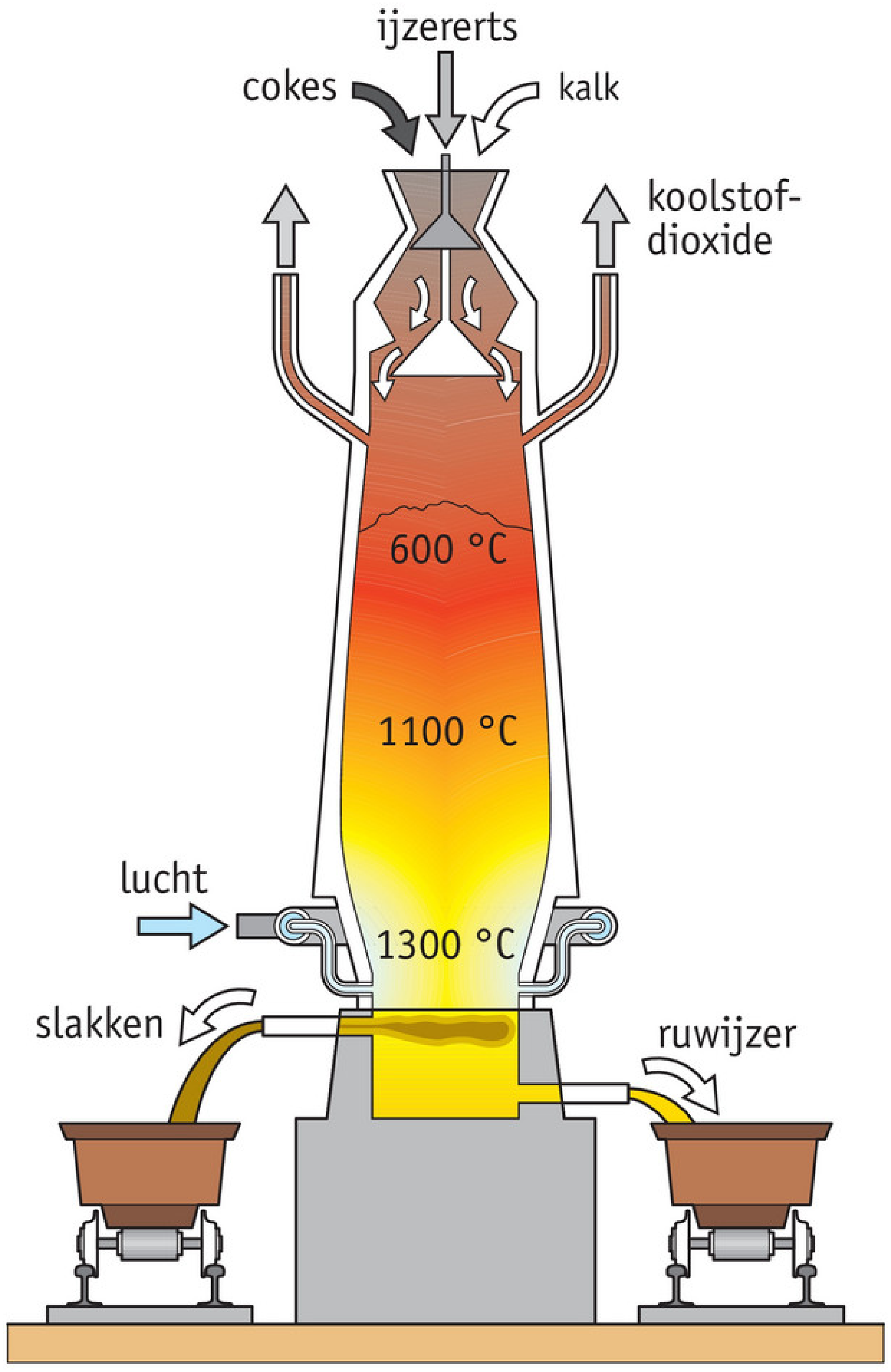
Steven is medewerker operationele techniek in een fabriek. De fabriek staat vol machines. Steven en zijn collega's zorgen ervoor dat die allemaal blijven werken. Ze controleren en onderhouden de machines. Steven vervangt onderdelen, maakt de machines schoon en smeert ze door. Als operationeel technicus werk je bijvoorbeeld in een productiehal, bij een energiecentrale of voor een installatiebedrijf.

▲ **afbeelding 3**
Steven werkt als operationeel technicus.

Ruwijzer

Het materiaal ijzer wordt gemaakt uit **ijzererts**, dat is de grondstof voor ijzer. Het ijzererts wordt uit de grond gehaald en naar een hoogoven gebracht. Daar wordt het verwerkt tot het halffabricaat **ruwijzer**. Hoe dat gaat, zie je in afbeelding 4.

▶ **afbeelding 4**
Zo werkt een hoogoven.



In een hoogoven wordt cokes verbrand (een soort steenkool). De temperatuur in de oven is ongeveer 1300 °C. Het ijzererts wordt samen met kalk in de oven gedaan. Door de hoge temperatuur begint een chemische reactie. Het ijzererts wordt dan omgezet in ruwijzer.

Naast ruwijzer ontstaat ook een vaste stof die als afval overblijft. Dat afval noem je **slakken** (afbeelding 5). De slakken worden verwerkt tot cement en beton. Of ze worden gebruikt als fundering onder een asfaltweg. Bij de verbranding van cokes ontstaan ook verbrandingsgassen, zoals koolstofdioxide.

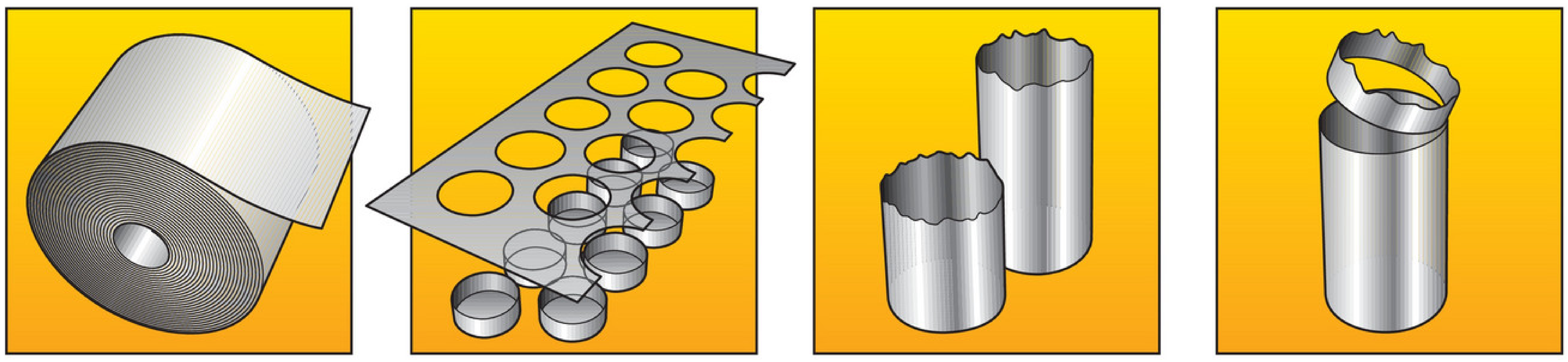
▶ **afbeelding 5**
de slakken die overblijven als afval uit een hoogoven

Staal

In ruwijzer zit 4 tot 5% koolstof. Het ijzer is daardoor niet stevig en breekt snel. In een staaloven wordt zuurstof door het ruwijzer geblazen. Daardoor verbrandt een groot deel van de koolstof. Daarna zit er minder dan 2% koolstof in het ijzer. Dit materiaal wordt **staal** genoemd.

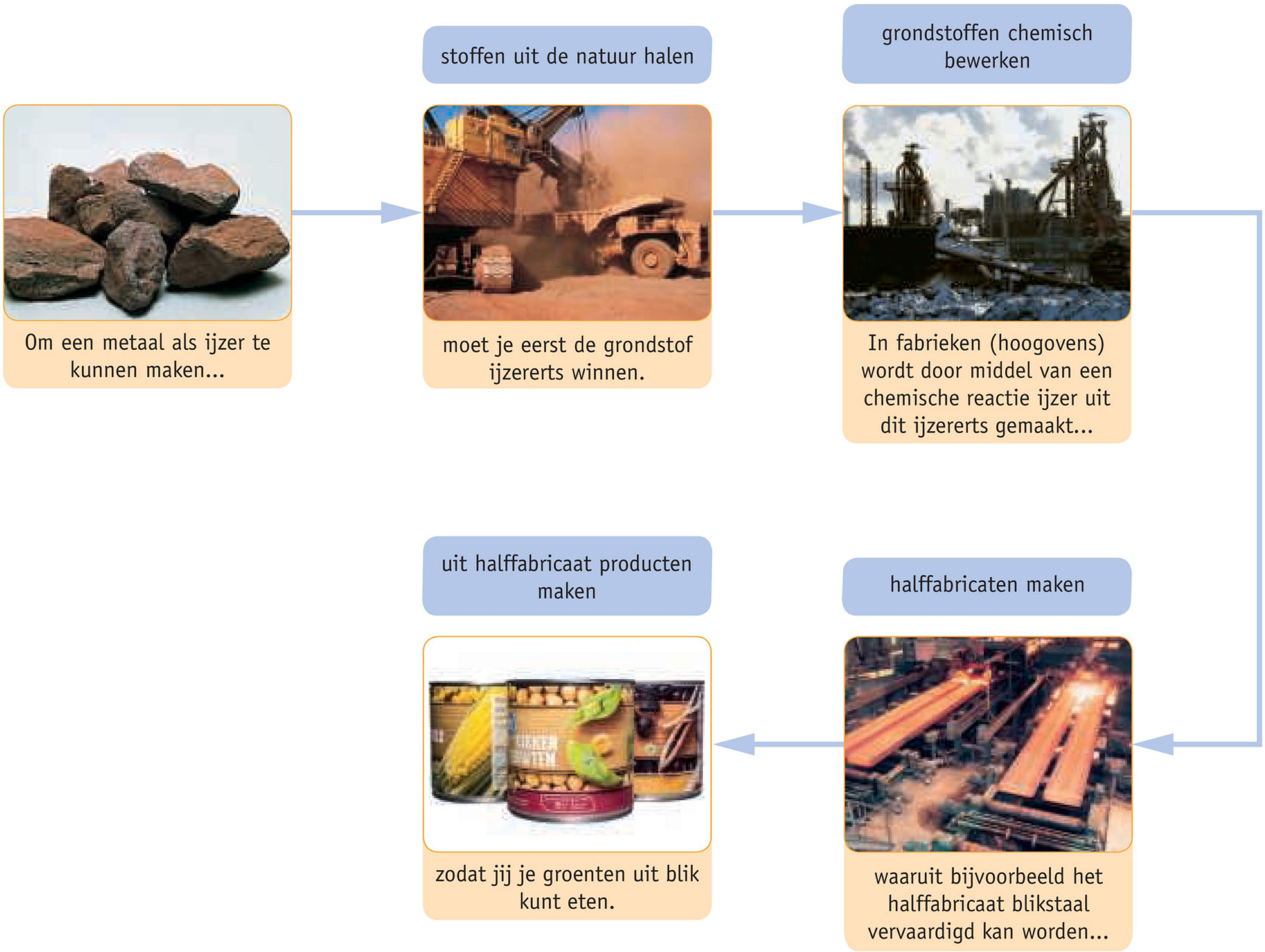
Van staal kun je allerlei voorwerpen maken, bijvoorbeeld een blikje voor groenten. Het staal wordt dan eerst tot een dunne plaat gewalst. Een dunne plaat staal noem je **blikstaal**. Blikstaal is een halffabricaat. Op de dunne staalplaat wordt soms nog een beschermlaagje aangebracht. Dit zorgt ervoor dat het staal niet gaat roesten.

Nu gaat het blikstaal naar een andere fabriek. Daar worden er blikjes van gemaakt. Dat gaat bijna helemaal automatisch. Kijk naar afbeelding 6:
- Het blikstaal wordt van de rol gehaald.
- Een pers drukt er ondiepe bakjes uit.
- Een wals rekt de blikjes uit.
- De bovenkant wordt recht afgesneden.



▲ **afbeelding 6**
Een blikje maken gaat bijna helemaal automatisch.

Hierna gaan de blikjes naar de groentefabriek. Daar worden ze gevuld. De deksels worden op de blikjes gemaakt. Op de buitenkant komt een etiket. In afbeelding 7 zie je het hele productieproces van een blikje.



▲ **afbeelding 7**
het productieproces van een blikje

Opgaven

12 In staal zit MEER | MINDER dan 2% koolstof.

13 Van welke grondstof wordt blikstaal gemaakt?
- ☐ A aardolie
- ☐ B bauxiet
- ☐ C bomen
- ☐ D ijzererts

14 Waar wordt ijzer gemaakt van ijzererts?

---

15 Slakken uit de hoogovens worden verder verwerkt in een nieuw productieproces.
Wat is cement in dit proces?
- ☐ A Cement is een grondstof.
- ☐ B Cement is een halffabricaat.
- ☐ C Cement is een eindproduct.

16 In een hoogoven wordt cokes verbrand.
Welke uitspraak over het gas koolstofdioxide in dit proces is waar?
- ☐ A Het gas koolstofdioxide is een halffabricaat van ijzererts.
- ☐ B Het gas koolstofdioxide is een van de verbrandingsgassen van de hoogoven.
- ☐ C Het gas koolstofdioxide is nodig voor de verbranding van cokes in een hoogoven.
- ☐ D Het gas koolstofdioxide zet in een chemische reactie ruwijzer om tot kalk.

17 Je hebt gelezen over het productieproces van groenteblikjes.
Wat is blikstaal in dit productieproces?
- ☐ A Blikstaal is een grondstof.
- ☐ B Blikstaal is een halffabricaat.
- ☐ C Blikstaal is een eindproduct.

+18 Koekenpannen en braadpannen kunnen worden gemaakt van gietijzer (afbeelding 8). In gietijzer zit veel koolstof (2 tot 4,5%). Gietijzeren pannen verdelen de warmte goed en houden de warmte lang vast. Maar als ze vallen, vallen ze bijna altijd kapot.
Waarom gaat een gietijzeren pan vaak kapot als hij valt?

◀ **afbeelding 8**
een gietijzeren koekenpan

Zure regen en smog

Bij de verbranding van cokes in de hoogovens ontstaan verbrandingsgassen. Sommige stoffen in die verbrandingsgassen zijn schadelijk voor het milieu. Als deze stoffen in de lucht terechtkomen, noem je dat **luchtvervuiling**. Voorbeelden van deze schadelijke stoffen zijn zwaveldioxide en stikstofoxiden.

In olie, aardgas en steenkool zit zwavel. Bij verbranding verbindt de zwavel zich met zuurstof. Daardoor ontstaat **zwaveldioxide** (SO_2). Stikstof is een gas dat normaal in de lucht voorkomt. Bij verbranding verbindt stikstof zich met zuurstof. Daardoor ontstaan **stikstofoxiden**.

Door luchtvervuiling ontstaan zure regen en smog.
Zure regen is schadelijk voor bomen en planten. In de vorige eeuw was zure regen een groot probleem voor de bossen op de aarde. Regeringen namen toen verschillende maatregelen om het milieu te beschermen. Dat heeft geholpen, want we hebben nu veel minder last van zure regen.
Smog is een vieze mist die in sommige grote steden hangt (afbeelding 9). In de winter ontstaat smog als het mistig en windstil is. In de zomer ontstaat smog als het erg warm is. Smog is slecht voor je gezondheid. Van smog krijg je branderige ogen en last met ademhalen. Vooral mensen met astma hebben veel last van smog.

▲ **afbeelding 9**
In Mexico City hebben mensen last van luchtvervuiling en smog.

Opgaven

19 Welke stoffen komen vrij bij de verbranding van brandstoffen?
- ☐ A brandbare gassen
- ☐ B smog
- ☐ C verbrandingsgassen
- ☐ D zure regen

20 Wanneer ontstaat luchtverontreiniging?

Luchtverontreiniging ontstaat als er bij verbranding ______________________________

____.

21 Waarvan is SO_2 de afkorting?
- ☐ A smog
- ☐ B stikstof
- ☐ C stikstofdioxide
- ☐ D zwaveldioxide

22 Waarin komt stikstof normaal voor?
- ☐ A in aardgas
- ☐ B in aardolie
- ☐ C in brandstoffen
- ☐ D in lucht

23 Wanneer ontstaat zwaveldioxide?

Als bij verbranding zwavel zich verbindt met ______________________________.

24 Wat is smog?

____

____

25 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *ademen – astma – branderig – keelpijn – mistig – warm – windstil*.

Smog ontstaat vooral bij ______________ weer. In de winter ontstaat smog als het ______________ is. In de zomer ontstaat smog als het ______________ is. Door smog voelen je ogen ______________ aan en kun je ook ______________ krijgen. ______________ gaat moeilijker. Vooral mensen met ______________ hebben veel last van smog.

Broeikaseffect

Een ander verbrandingsgas is **koolstofdioxide**. Dit kun je ook schrijven als **CO_2**. Koolstofdioxide komt normaal ook in de lucht voor. Maar doordat mensen veel fossiele brandstoffen verbranden, komt er extra veel CO_2 in de lucht.

CO_2 kan goed warmte vasthouden. In de lucht rond de aarde zit CO_2. Doordat CO_2 de warmte van de zon vasthoudt, is het op aarde warm genoeg om te leven. Dit noem je het broeikaseffect. Als er extra veel CO_2 in de lucht zit, wordt ook extra veel warmte van de zon vastgehouden. Daardoor wordt het warmer op aarde. Dit heet het **versterkte broeikaseffect**.

Het versterkte broeikaseffect kan verschillende gevolgen hebben:
- Op de Noordpool en de Zuidpool smelt meer ijs.
- De zeespiegel stijgt.
- Er gaat meer regen vallen.
- Het klimaat verandert langzaam.

Duurzame energie

Voorbeelden van **duurzame energiebronnen** zijn windenergie, zonne-energie en waterkracht. Als je duurzame energiebronnen gebruikt, ontstaan geen verbrandingsgassen. Als je fossiele brandstoffen verbrandt, ontstaan wel verbrandingsgassen. Een ander verschil is dat duurzame energiebronnen niet opraken. De voorraad fossiele brandstoffen raakt wel op.

Opgaven

26 Van welk verbrandingsgas is CO_2 de afkorting?
- ☐ A broeikasgas
- ☐ B koolstofdioxide
- ☐ C stikstofdioxide
- ☐ D zwaveldioxide

27 Waardoor komt er steeds meer CO_2 in de lucht?

____

28 Wat gebeurt er als er steeds meer CO_2 in de lucht komt?
a Het broeikaseffect wordt daardoor VERSTERKT | VERZWAKT.
b De temperatuur op aarde STIJGT | DAALT.

29 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *broeikaseffect – koolstofdioxide – warmer.*
Let op! Eén woord moet je twee keer gebruiken.

Een van de verbrandingsgassen is ____________________. De scheikundige formule CO_2 staat voor ____________________. Door CO_2 wordt de aarde ____________________.
Dit verschijnsel heet het versterkte ____________________.

30 Schrijf vier gevolgen op die het versterkte broeikaseffect kan hebben.

– ____
– ____
– ____
– ____

31 Bij het gebruik van duurzame energiebronnen ontstaan WEL | GEEN verbrandingsgassen.

32 Fossiele brandstoffen raken WEL | NIET op.

33 Duurzame energiebronnen raken WEL | NIET op.

34 Kruis in tabel 1 aan welke energiebron wel opraakt en welke niet.

▼ **tabel 1** energiebronnen

energiebron	raakt WEL op	raakt NIET op
aardgas		
waterkracht		
zonne-energie		
aardolie		
windenergie		
steenkool		

Onthouden!

Grondstoffen komen uit de natuur.
Een erts is een gesteente waarin een nuttige grondstof zit.
Het productieproces bestaat uit drie stappen:
- stap 1: grondstof winnen, bijvoorbeeld ijzererts;
- stap 2: grondstof zuiveren tot halffabricaat, bijvoorbeeld staal;
- stap 3: halffabricaat verwerken tot eindproduct, bijvoorbeeld een blikje.

Luchtvervuiling ontstaat als schadelijke stoffen uit verbrandingsgassen in de lucht komen.
Koolstofdioxide (CO_2) uit verbrandingsgassen zorgt voor een versterkt broeikaseffect.
Stikstofoxiden en zwaveldioxide veroorzaken zure regen en smog.
Bij duurzame energiebronnen ontstaan geen verbrandingsgassen.
Duurzame energiebronnen raken niet op.

2 Van materiaal tot product

Grondstoffen worden verwerkt tot halffabricaten of materialen. Elk materiaal heeft zijn eigen toepassingen. Dat ligt aan de eigenschappen van het materiaal.

Eigenschappen van materialen

Van grondstoffen maken mensen veel verschillende **materialen**. Bijvoorbeeld: uit ijzererts worden ruwijzer en staal gemaakt. Ruwijzer is korrelig en breekbaar. Staal is hard en glanzend. Verschillende materialen hebben verschillende eigenschappen.

Van materialen worden producten gemaakt. Ieder materiaal heeft andere eigenschappen en daardoor andere toepassingen. Hierna staan verschillende materialen. Bij elk materiaal staan de eigenschappen en toepassingen.

Hout

Een voordeel van **hout** is dat het goed te verkrijgen is. Het is sterk en gemakkelijk te bewerken. Je kunt het zagen, lijmen, boren en spijkeren of schroeven. Hout wordt veel gebruikt als bouwmateriaal en om meubels van te maken.

IJzer en staal

Uit ijzererts wordt **ijzer** gemaakt. IJzer is een metaal. Het is gemakkelijk te bewerken, maar het breekt snel. Van ijzer wordt staal gemaakt. Staal wordt gebruikt als **constructiemateriaal** (afbeelding 10). Bijvoorbeeld voor een fiets of een hijskraan. Je kunt staal lassen, klinken of verbinden met bouten.

▶ **afbeelding 10**
stalen buizen en profielen

Koper
Een ander metaal is **koper**. Koper is stevig en geleidt stroom erg goed. Ook kan koper goed tegen water. Koperen buizen kun je gemakkelijk in een andere vorm buigen. Daarom wordt koper gebruikt voor gasleidingen, waterleidingen en elektrische bedrading.

Glas
Een groot nadeel van **glas** is dat het erg breekbaar is. Maar het is wel doorzichtig en ook sterk. Als glas erg warm wordt gemaakt, kan het in verschillende vormen worden geblazen. Van glas maak je bijvoorbeeld ruiten en flessen.

Katoen en wol
Veel kleren zijn gemaakt van katoen of wol. **Katoen** wordt gemaakt van planten. **Wol** is de vacht van schapen. Handdoeken zijn van katoen. Sommige vloerkleden zijn van wol. Wol en katoen zijn gemakkelijk te bewerken. Katoen voelt koel aan en wol is juist warm.

Kunststoffen
Aardolie is de grondstof voor verschillende **kunststoffen**. Een andere naam voor kunststof is plastic. Veel voorwerpen zijn gemaakt van kunststof. Dat komt omdat kunststof veel goede eigenschappen heeft. Het is goedkoop om te maken. Je kunt er veel verschillende vormen van maken en het gaat lang mee. Bijvoorbeeld een broodtrommel, een plastic zak en veel apparaten in de keuken zijn gemaakt van kunststof.

▲ **afbeelding 11**
Met polyester spanbanden kun je lading vastzetten.

Pvc
Pvc is een stevige kunststof. Buizen van pvc zijn goed in een andere vorm te buigen. Pvc kan goed tegen water en het is een isolator voor elektriciteit. Daarom wordt pvc gebruikt om het koperdraad van elektrische bedrading te isoleren. In huizen wordt pvc gebruikt als rioolbuis, als regenpijp of als buis voor elektrische bedrading.

Polyester
Ook **polyester** is een kunststof. Met een mal kun je van vloeibaar polyester allerlei vormen maken. Bijvoorbeeld lange draden. Polyester is erg sterk en kan goed tegen water. Het zit in kleding, vloerbedekking, zeildoek en rugzakken. Ook worden er sterke touwen en spanbanden van gemaakt (afbeelding 11).

Opgaven

35 Links staan voorwerpen die je regelmatig gebruikt. Rechts staan verschillende materialen. Trek een lijn van elk voorwerp naar het materiaal waar het van gemaakt is. De lijn tussen deur en hout is al voorgedaan.

Voorwerp	Materiaal
deur ○	○ polyester
vliegtuig ○	○ staal
gasleiding ○	○ hout
elektriciteitsleiding ○	○ wol
warme trui ○	○ kunststof
rugzak ○	○ aluminium
bierfles ○	○ glas
autoband ○	○ pvc
schoen ○	○ koper
fiets ○	○ rubber
broodtrommel ○	○ leer

36 Koper kan WEL | NIET goed tegen water.

37 Waarvoor wordt koper gebruikt?
- ☐ A Koper wordt gebruikt als gasleiding.
- ☐ B Koper wordt gebruikt als grondstof voor kunststoffen.
- ☐ C Koper wordt gebruikt als isolator.
- ☐ D Koper wordt gebruikt om meubels van te maken.

38 Polyester en pvc zijn WEL | GEEN kunststoffen.

39 Waarom wordt hout veel gebruikt als bouwmateriaal?
- ☐ A Hout is gemakkelijk vloeibaar te maken en in mallen te gieten.
- ☐ B Hout kan goed tegen water en is een goede geleider.
- ☐ C Hout kun je lassen en goed in vorm buigen.
- ☐ D Hout kun je zagen, lijmen, boren, spijkeren en schroeven.

40 Schrijf drie manieren op waarmee je ijzer aan ijzer kunt verbinden.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

41 Schrijf twee voorwerpen op die van polyester zijn gemaakt.

– ______________________________

– ______________________________

42 Welke stof is gemakkelijk in een andere vorm te blazen?
- ☐ A glas
- ☐ B ijzer
- ☐ C koper
- ☐ D pvc

43 Wat wordt van katoen en wol gemaakt?

____

Materialen kiezen

Het kozijn van een raam kan van verschillende materialen worden gemaakt. Sommige mensen kiezen voor hout, anderen kiezen voor kunststof.
Het voordeel van hout is dat het gemakkelijk te verwerken is. Ook kun je het in verschillende kleuren schilderen. Een voordeel van kunststof is dat je het niet hoeft te onderhouden. Kunststof is ook lichter dan hout.
De ruit in een raam kun je maken van glas of van doorzichtig kunststof. Mensen kiezen vaak voor glas, want glas slijt minder en blijft langer doorzichtig. Kunststof is wel lichter in gewicht dan glas.

Als je een voorwerp wilt maken, moet je eerst een materiaal kiezen. Je kiest het materiaal dat het meest geschikt is voor het voorwerp. Daarbij let je goed op de eigenschappen van het materiaal. Ook moet je rekening houden met de prijs van het materiaal.

Opgaven

44 Evy en Stijn maken een extra kamer aan hun huis. In de kamer moet een raamkozijn komen. Evy kiest voor een kunststof kozijn.
Schrijf twee voordelen van kunststof op.

– ______________________________

– ______________________________

45 Stijn wil een houten kozijn, omdat dat goedkoper is.
Schrijf nog twee voordelen van hout op.

– ______________________________

– ______________________________

46 In het kozijn moeten ruiten worden geplaatst. Evy en Stijn kunnen kiezen uit ruiten van kunststof of van glas.
Schrijf twee voordelen op van een glazen ruit.

– ______________________________

– ______________________________

47 Wat is het voordeel van een kunststof ruit?

____

+48 Evy en Stijn kiezen voor ruiten van driedubbel glas.
Schrijf twee voordelen op van driedubbel glas.

– ______________________________

– ______________________________

Afval

Van materialen kun je producten maken. Tijdens het productieproces ontstaan afvalstoffen, bijvoorbeeld resten van het materiaal.
Ook de producten zelf worden soms afval, zoals verpakkingen en voorwerpen die kapotgaan. Doordat mensen steeds meer spullen maken, ontstaat ook steeds meer afval.

Afval moet op een goede manier worden verwerkt. Het mag niet in het milieu terechtkomen. Door afval kan het milieu vervuilen. Bijvoorbeeld vervuild drinkwater of dieren die doodgaan van plastic. De regering heeft daarom regels gemaakt voor afval.

Afval verwerken kan op drie manieren:
- storten;
- verbranden;
- nuttig gebruiken.

Storten en verbranden

Vroeger werd al het afval op een grote berg gegooid. Dat noem je **storten**. Storten heeft veel nadelen. Het stinkt en afvalstoffen komen in het milieu terecht. Deze manier van afvalverwerking komt in Nederland bijna niet meer voor.

Ongeveer 20% van het afval in Nederland wordt **verbrand**. De verbrandingsgassen worden gefilterd. Daardoor komen er minder schadelijke stoffen in de lucht. De warmte van de verbranding wordt vaak gebruikt om elektriciteit op te wekken of om huizen te verwarmen.

Nuttig gebruiken

Het grootste deel van het afval in Nederland wordt nuttig gebruikt. Bijvoorbeeld flessen met statiegeld. De lege flessen lever je in bij de winkel. De flessen gaan terug naar de fabriek. Daar worden ze opnieuw gevuld.
Flessen zonder statiegeld worden in stukjes gehakt. Dat kan met flessen van glas en van plastic. De stukjes worden gewassen, gezuiverd en opnieuw gesmolten. Van dit glas of plastic kunnen dan weer nieuwe flessen worden gemaakt, of andere voorwerpen.
Afval verwerken en opnieuw gebruiken noem je **hergebruiken** of **recyclen**.

Recyclen kan alleen als het afval gescheiden wordt ingeleverd. **Afval scheiden** betekent soort bij soort doen.
Afval kun je scheiden in:
- glas
- papier
- plastic
- gft
- kca
- kleding

Glas

Glazen flessen met statiegeld kun je inleveren. De flessen worden opnieuw gebruikt. Ander glas gaat in de glasbak. Dit glas wordt gesmolten. Daarna worden er nieuwe flessen en potten van gemaakt.

Papier

Van oud papier kan nieuw papier worden gemaakt. In sommige plaatsen hebben mensen een aparte container voor papier en plastic. In andere plaatsen wordt het papier los opgehaald, bijvoorbeeld door een sportvereniging.

Plastic

Van gebruikt plastic kan opnieuw plastic worden gemaakt. Veel mensen houden plastic apart. Soms wordt het plastic apart opgehaald door de vuilniswagen. Ook kun je plastic apart wegbrengen naar een speciale verzamelbak.

Kleding

Schone oude kleren gooi je weg in de kledingbak. Bijvoorbeeld als het te klein is of kapot. Van oude kleren worden dekens, isolatiemateriaal en nieuwe kleding gemaakt.

▲ **afbeelding 12**
containers voor restafval (links) en gft (rechts)

Gft

De letters **gft** staan voor **groente-, fruit- en tuinafval**. Van dit afval wordt compost gemaakt. Compost is een soort vruchtbare tuinaarde. Gft gaat in de groene container (afbeelding 12).

Kca

De letters **kca** staan voor **klein chemisch afval**. Bij kca horen bijvoorbeeld batterijen, lampen, medicijnen en verfblikken met een restje verf erin (afbeelding 13). Dit zijn allemaal giftige stoffen.

Klein Chemisch Afval (kortweg kca)

Wat hoort er bij het kca?

Accu, batterij, benzine, motorolie, afgewerkte olie, remolie, oliefilters, bestrijdingsmiddel, etsvloeistof, fotofixeer, foto-ontwikkelaar, gootsteenontstopper, kwikschakelaar, kwikthermometer, medicijnen, injectienaalden, lampenolie, petroleum, spaarlamp, tl-lamp, led-lamp, verf, beits, lak, verfverdunner, verf-afbijtmiddel, kwastenreiniger, zoutzuur, zwavelzuur, salpeterzuur, verfblikken (met restje verf)

Wat hoort er niet bij het kca?

Ammonia, spiritus, armatuur, balpen, viltstift, bleekwater, ontsmettingsmiddel, cd, diskette, cosmetica, foto's, dia's, fotostopbad, negatieven, geverfd hout, verduurzaamd hout, halogeenlamp, koperpoets, zilverpoets, nagellak, nagellakremover, snelontkalker, spuitbus (leeg), verfblikken (leeg), kwasten met uitgeharde verf, opgedroogde latexroller, videoband, cassettebandje, vlekverwijderaar

▲ **afbeelding 13**
afvalwijzer voor klein chemisch afval

Opgaven

49 Waarom kun je afval niet zomaar weggooien?
Verkeerd weggooien van afval kan WEL | NIET gevaarlijk zijn.

50 Hoe noem je het opnieuw gebruiken van afval?
- ☐ A reanimeren
- ☐ B recyclen
- ☐ C vernieuwen
- ☐ D verwerken

51 Veel plastic afval komt in zeewater terecht.
Schrijf drie nadelen op van plastic in zee.

– Vissen eten het op en ______________________________.

– Zeevogels eten het op en ______________________________.

– Het plastic vervuilt het ______________________________.

52 Op welke drie manieren wordt afval verwerkt?

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

53 Wat wordt bedoeld met 'scheiden van afval'?

- ☐ A afval apart houden
- ☐ B afval bij elkaar doen
- ☐ C afval hergebruiken
- ☐ D afval storten

54 Geef drie voorbeelden van klein chemisch afval.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

55 Wat betekent de afkorting gft?

Gft betekent: ______________________________.

56 Wat is de afkorting voor klein chemisch afval?

____

57 Links staan verschillende soorten afval.
Rechts staan drie afvalbakken waar het afval in kan.
Trek een lijn van elk soort afval naar de bak waar het in moet. Gebruik tabel 27 van je Binas.

Afval	Bak
accu ○	
aardappelschillen ○	○ glasbak
batterijen ○	
bladeren van bomen ○	
glazen fles ○	
kwastenreiniger ○	○ bak voor kca
kwikthermometer ○	
olie ○	
pot van glas ○	
spaarlamp ○	○ gft-bak
verwelkte bloemen ○	

Kijk bij vraag 58 tot en met 61 naar afbeelding 14. Je ziet hier een diagram met de jaarlijkse afvalproductie van Nederland.

58 Welk soort afval wordt er in Nederland het meest weggegooid?

____

59 Van welke stof is de jaarlijkse afvalproductie 180 miljoen kilogram?

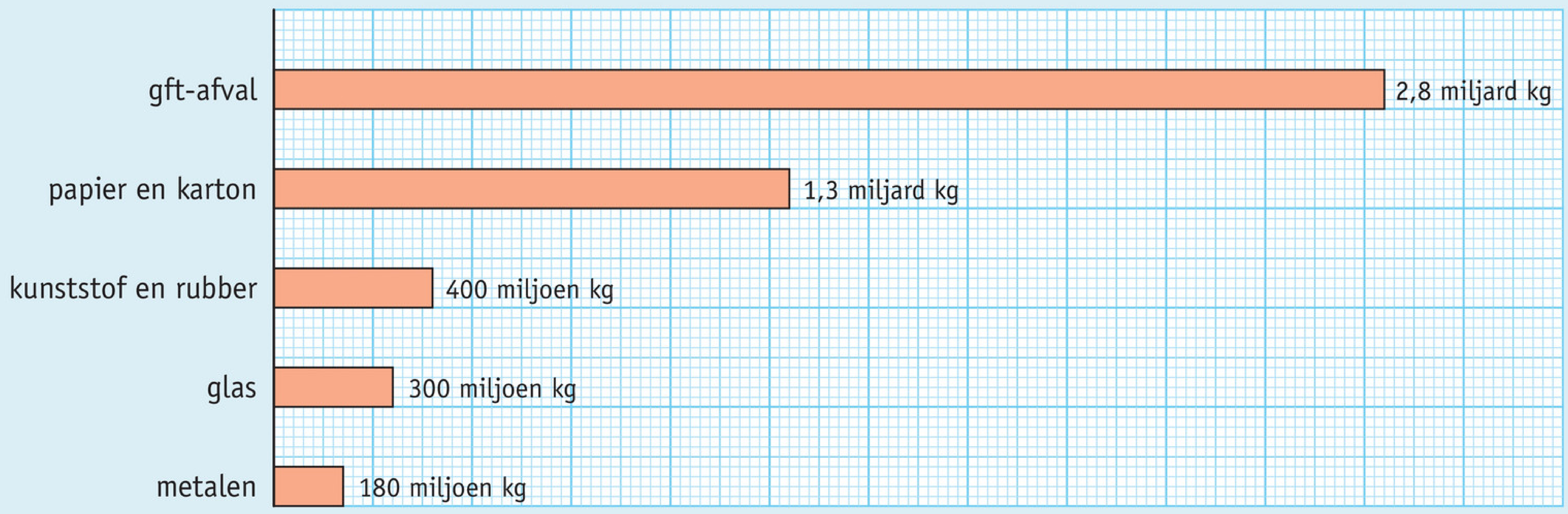
- ☐ A glas
- ☐ B kunststof en rubber
- ☐ C metalen
- ☐ D papier en karton

60 Hoeveel kilogram glasafval is er elk jaar in Nederland?

____

61 Hoeveel papier en karton wordt er jaarlijks in Nederland als afval geproduceerd?

____



▲ **afbeelding 14**
afval dat per jaar in Nederland wordt geproduceerd

Gebruik bij vraag 62 en 63 het volgende krantenbericht.

> In 27 dagen hebben 2015 vrijwilligers 11 555 kilo afval opgehaald op de Nederlandse stranden. Dit heeft de organisator van de schoonmaakactie, Stichting De Noordzee, donderdag bekendgemaakt. Tijdens de 'Beach Cleanup Tour' maakten de vrijwilligers 350 kilometer strand schoon, van Cadzand tot Schiermonnikoog.

▲ **afbeelding 15**
krantenbericht ANP 27 augustus 2015

62 Lees het krantenbericht van afbeelding 15.

a Hoeveel vrijwilligers zijn er bezig geweest met de schoonmaakactie?

____

b Hoeveel dagen zijn de vrijwilligers bezig geweest?

____

c Hoeveel kilometer strand hebben ze schoongemaakt?

____

d Hoeveel kilogram afval hebben de vrijwilligers opgehaald?

____

+63 Bereken hoeveel kg afval er gemiddeld per dag is opgehaald.

Per dag is gemiddeld opgehaald: ______________________________

____

Onthouden!

Van materialen worden producten gemaakt.
Ieder materiaal heeft andere eigenschappen en toepassingen.
Afval verwerken kan door storten, verbranden of recyclen.
Afval moet je gescheiden inleveren.
Gft betekent groente-, fruit- en tuinafval.
Kca betekent klein chemisch afval.

3 Stoffen herkennen

Een vrucht herken je aan zijn smaak, zijn geur, zijn vorm en zijn kleur. Ook stoffen hebben eigenschappen waaraan je ze kunt herkennen.

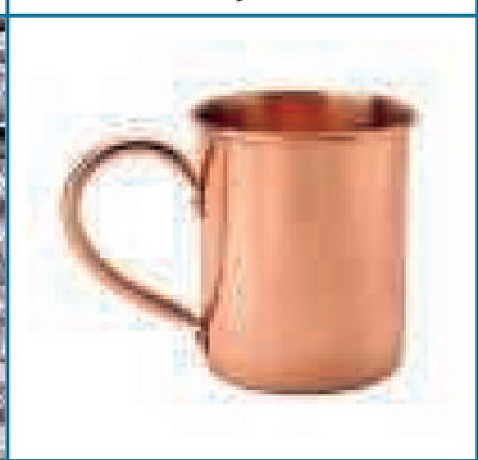
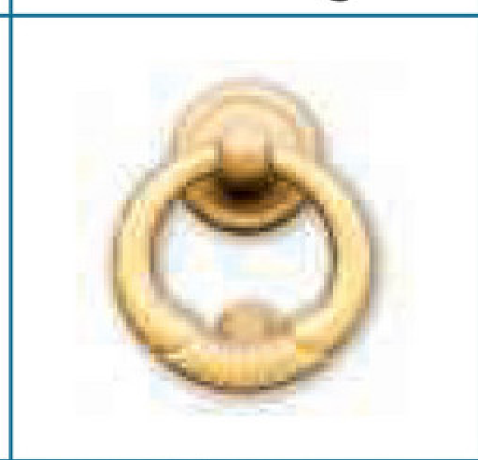
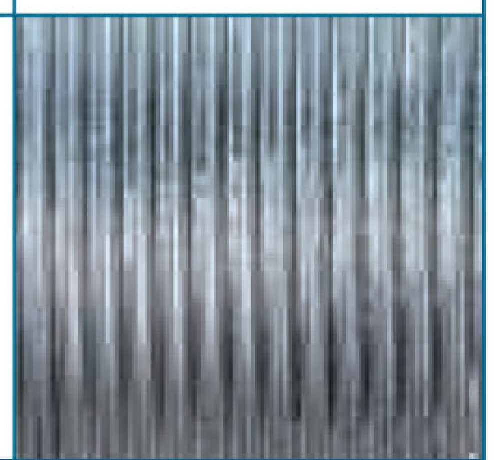
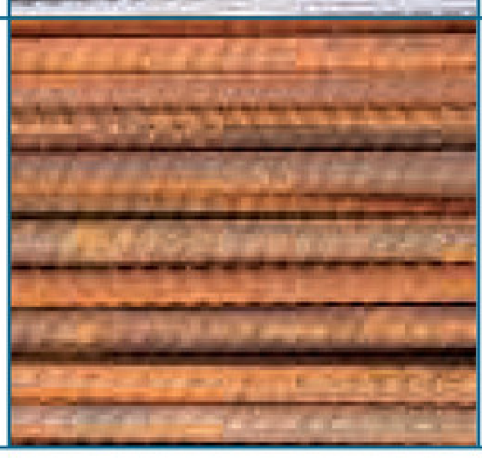
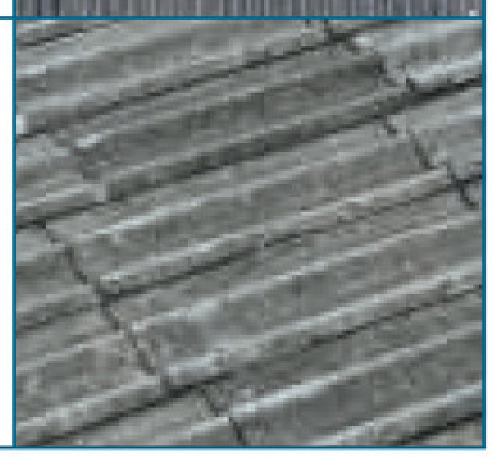
Eigenschappen van stoffen

Water en azijn zien er hetzelfde uit. Ze zijn allebei kleurloos. Toch kun je ze uit elkaar houden. De geur en de smaak zijn verschillend. Kleur, geur en smaak zijn **stofeigenschappen**.
Ook zwavelzuur en zoutzuur zien er hetzelfde uit als water. Maar proeven en ruiken aan deze stoffen is levensgevaarlijk! Stoffen die je niet kent, mag je nooit proeven of ruiken.

Proeven en ruiken aan een onbekende stof is gevaarlijk. Maar er zijn andere manieren om stoffen te herkennen. De belangrijkste manier is kijken. Vaak kun je een stof herkennen aan de kleur of aan de vorm.

Kleur

Metalen hebben verschillende kleuren (afbeelding 16). Een nieuw metaal heeft vaak een mooie glans. Veel oude metalen zijn dof. Dat komt doordat de meeste metalen worden aangetast door zuurstof. Bij ijzer en staal noem je dat **roesten**. Bij andere metalen zeg je **oxideren**. In afbeelding 16 zie je nieuwe en geoxideerde metalen.

metaal	ijzer	koper	lood	messing	tin	zink
nieuw						
geoxideerd						

▲ **afbeelding 16**
metalen herkennen

Opgaven

64 In de keukenkast staan verschillende flessen.
Hoe weet je op een veilige manier in welke fles benzine zit?
- ☐ A De fles met een kleurloos vloeistof is de benzine.
- ☐ B Je leest de etiketten en vindt zo de fles met benzine.
- ☐ C Je ruikt voorzichtig aan elke fles tot je de fles met benzine vindt.

65 Waarom zitten er op sommige flessen doppen met een kindveilige sluiting?

Deze beveiliging ____

____.

66 a Welke kleur heeft messing als het nieuw is?

____

b Welke kleur heeft messing als het geoxideerd is?

____

67 Welke kleur heeft tin?
- ☐ A Nieuw tin is lichtgeel, oud tin is donkergrijs.
- ☐ B Nieuw tin is lichtgrijs, oud tin is donkergrijs.
- ☐ C Nieuw tin is lichtgrijs, oud tin is donkergroen.
- ☐ D Nieuw tin is lichtgroen, oud tin is donkergrijs.

68 Drie nieuwe plaatjes metaal hebben de kleuren: geel, roodbruin en zilvergrijs.

Het plaatje met de gele kleur is ______________________________.

Het roodbruin gekleurde plaatje is ______________________________.

Het zilvergrijs gekleurde plaatje is ______________________________.

▲ **afbeelding 17**
Drie blokjes met hetzelfde volume. De massa is verschillend.

Dichtheid

In afbeelding 17 zie je drie blokjes en een luciferdoosje. Het linker blokje is van perspex. Het middelste blokje is van aluminium. Het rechter blokje is van messing. Ieder blokje heeft een volume van 1 cm^3. Maar de massa is bij ieder blokje anders. Dat komt doordat de drie stoffen een verschillende **dichtheid** hebben. De dichtheid is de massa van 1 cm^3 van een stof.

In tabel 2 staat de dichtheid van enkele stoffen. Dichtheid is een stofeigenschap. Je kunt er een stof aan herkennen.

▼ **tabel 2** dichtheid van verschillende stoffen

stof	dichtheid
aluminium	2,7 g/cm^3
goud	19,3 g/cm^3
kurk	0,25 g/cm^3
olie	0,9 g/cm^3
water	1,0 g/cm^3

Opgaven

Gebruik bij de volgende opgaven tabel 13 van je Binas.

69 Een metalen blokje van 1 cm^3 heeft een massa van 8,50 gram.

a Wat is de dichtheid van het blokje?

____

b Van welk metaal is het blokje?

____

70 Welk metaal heeft een zilvergrijze kleur en heeft een dichtheid van 2,70 g/cm^3?

____

71 Wat is de dichtheid van zilver?

De dichtheid van zilver is ______________________________.

Proef 1 Stoffen herkennen met dichtheid

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 digitale weegschaal
- ☐ 1 maatlat
- ☐ 3 blokjes van verschillende materialen en afmeting

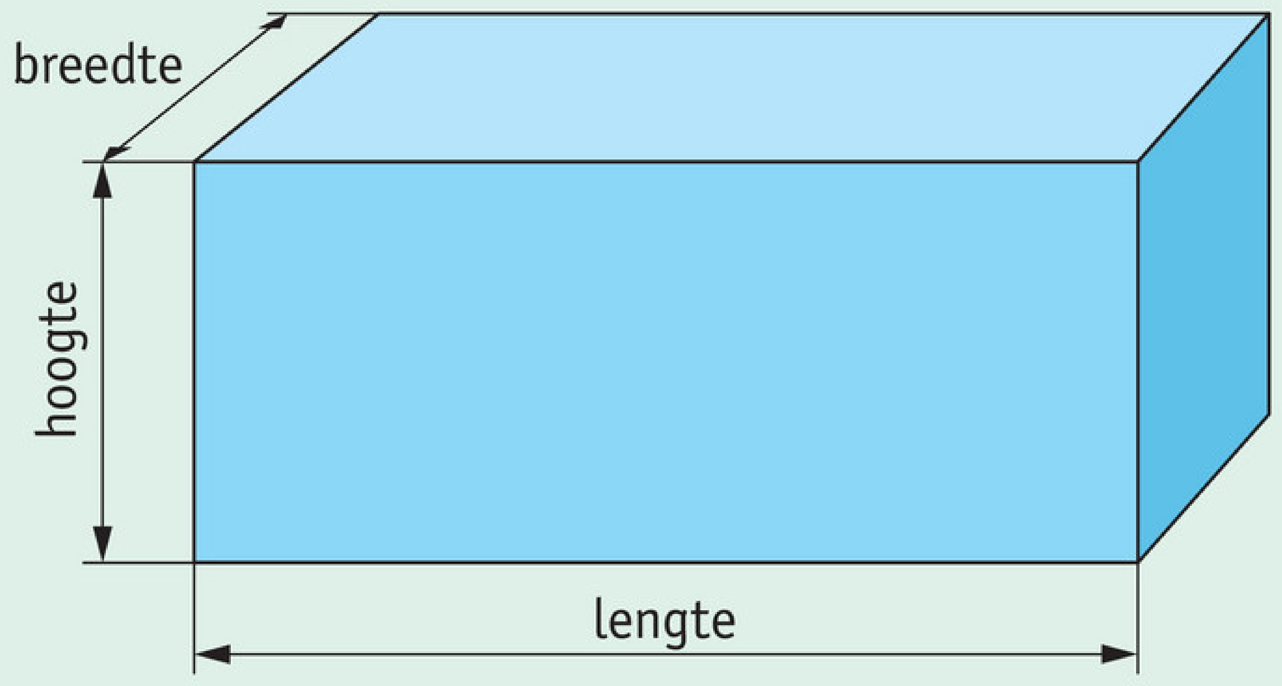
Uitvoering

Schrijf in deze proef al je antwoorden en berekeningen op met één cijfer achter de komma.

- Neem één van de blokjes.
- Meet met de weegschaal de massa van het blokje.

1 De massa van het blokje = _______________ g

- Meet de lengte, hoogte en de breedte van het blokje (afbeelding 18).



▲ **afbeelding 18**
maten opmeten van de blokjes

2 De maten van het blokje:

lengte = _______________ cm

breedte = _______________ cm

hoogte = _______________ cm

- Bereken het volume van het blokje met de formule:
  volume = lengte × breedte × hoogte

3 Vul de gegevens van je meting in de formule in en bereken het volume:
volume = lengte × breedte × hoogte

volume = _______________ cm × _______________ cm × _______________ cm

volume = _______________ cm^3

- Bereken de dichtheid van het blokje, met de formule:
  dichtheid = massa : volume

4 Vul de gegevens van je meting in de formule in en bereken de dichtheid:
dichtheid = massa : volume

dichtheid = _______________ g : _______________ cm^3

dichtheid = _______________ g/cm^3

- Gebruik tabel 13 van je Binas.
- Kijk in de kolom dichtheid bij kamertemperatuur.
- Zoek in de tabel de dichtheid van je blokje op.

5 Van welk materiaal is je blokje gemaakt?

Blokje 1 is gemaakt van ___________________________________ .

- Pak één van de andere blokjes.
- Meet met de weegschaal de massa van het tweede blokje.

6 De massa van het blokje = ________________ g

- Meet de lengte, hoogte en de breedte van dit blokje.

7 De maten van het blokje:

lengte = ________________ cm

breedte = ________________ cm

hoogte = ________________ cm

- Bereken het volume van het blokje.

8 Vul de gegevens van je meting in de formule in en bereken het volume:
volume = lengte × breedte × hoogte

volume = ________________ cm × ________________ cm × ________________ cm

volume = ________________ cm^3

- Bereken de dichtheid van het blokje.

9 Vul de gegevens van je meting in de formule in en bereken de dichtheid:
dichtheid = massa : volume

dichtheid = ________________ g : ________________ cm^3

dichtheid = ________________ g/cm^3

- Zoek in de tabel van je Binas de dichtheid van je blokje op.

10 Van welk materiaal is het blokje gemaakt?

Blokje 2 is gemaakt van ______________________________________ .

- Pak het laatste blokje.
- Meet met de weegschaal de massa van dit blokje.
- Meet daarna lengte, hoogte en de breedte van het blokje.

11 De massa van het blokje = ________________ g

12 De maten van het blokje:

lengte = ________________ cm

breedte = ________________ cm

hoogte = ________________ cm

- Bereken het volume van het blokje.

13 volume = lengte × breedte × hoogte

volume = ________________ cm × ________________ cm × ________________ cm

volume = ________________ cm^3

- Bereken de dichtheid van het blokje.

14 dichtheid = massa : volume

dichtheid = ________________ g : ________________ cm^3

dichtheid = ________________ g/cm^3

- Zoek in de tabel van je Binas de dichtheid van je blokje op.

15 Van welk materiaal is dit blokje gemaakt?

Blokje 3 is gemaakt van ______________________________________ .

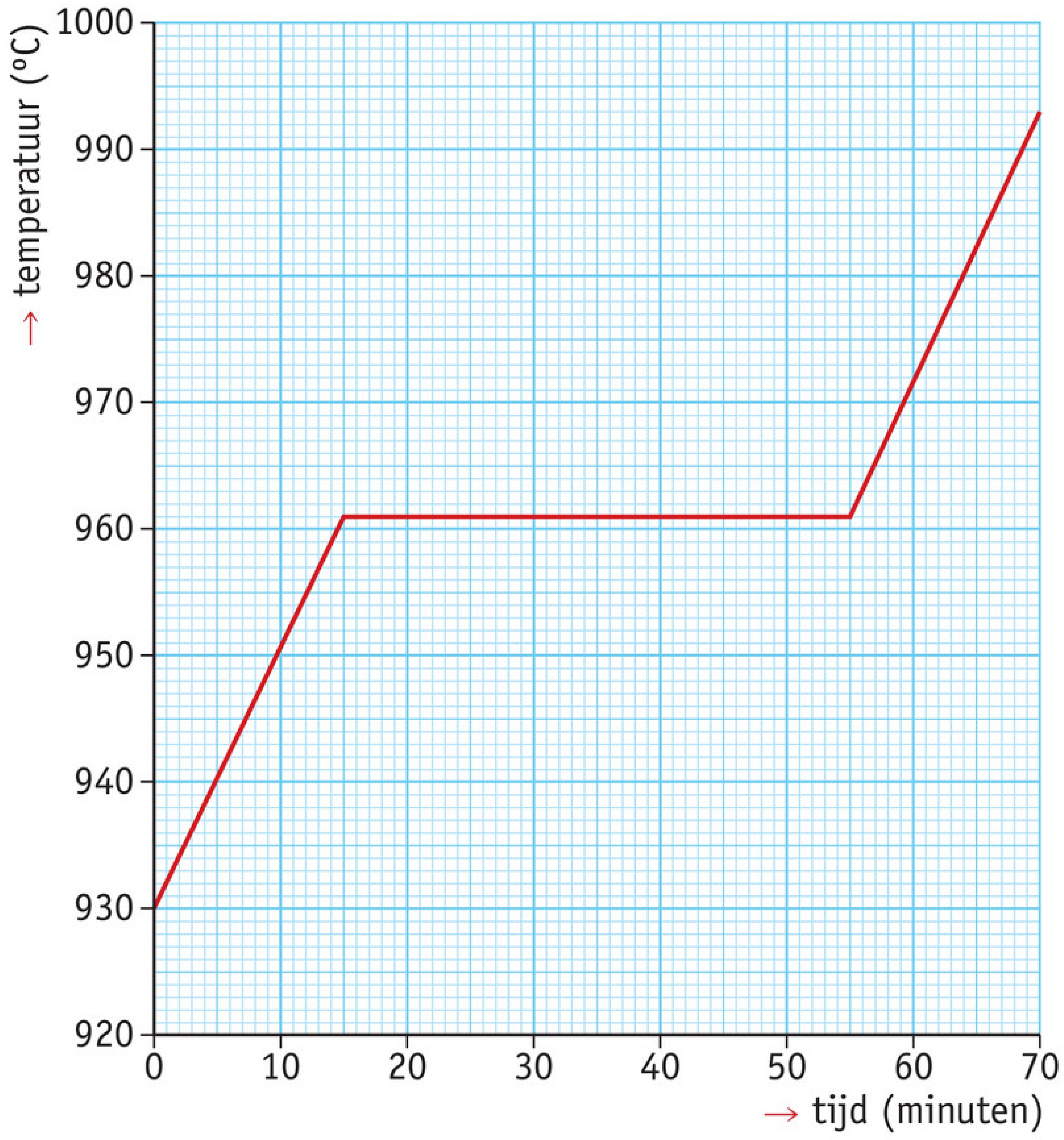
- Ruim alles netjes op.

Smeltpunt en stolpunt

Het **smeltpunt** is de temperatuur waarbij een vaste stof vloeibaar wordt. Iedere stof heeft een eigen smeltpunt. Het smeltpunt is dus ook een stofeigenschap.

Afbeelding 19 is de grafiek van het smelten van zilver. De rode lijn geeft de temperatuur aan. Zilver smelt bij 961 °C. Als de temperatuur 961 °C is, loopt de lijn een tijd horizontaal. De temperatuur verandert in die tijd niet. Het zilver wordt wel verwarmd. De warmte wordt gebruikt om te smelten. Als al het zilver vloeibaar is, gaat de lijn weer omhoog. De temperatuur stijgt weer.

▶ **afbeelding 19**
grafiek van smeltend zilver (smeltpunt 961 °C)



Als je vloeibaar zilver laat afkoelen, wordt het weer vast. Zilver wordt vast als de temperatuur lager wordt dan 961 °C. Dit is het **stolpunt**. Het stolpunt en het smeltpunt van een stof is dezelfde temperatuur. In tabel 13 en 14 van je Binas staan het stolpunt en het smeltpunt van verschillende stoffen.

Kookpunt

Een andere stofeigenschap is het kookpunt van een stof. Het **kookpunt** is de temperatuur waarbij de stof gaat koken. Het kookpunt van water is bijvoorbeeld 100 °C. Het vloeibare water wordt dan gasvormig. Iedere stof heeft zijn eigen kookpunt.

In tabel 3 staat het smeltpunt en kookpunt van enkele stoffen. In Binas staan de smeltpunten van verschillende stoffen in tabel 13 en de kookpunten staan in tabel 14.

▼ **tabel 3** smeltpunt en kookpunt van enkele stoffen

stof	smeltpunt in °C	kookpunt in °C
alcohol	−114	78
aluminium	660	2519
goud	1064	2856
kwik	−39	357
lood	328	1750
water	0	100
zilver	961	2162
zwavelzuur	11	330

Opgaven

72 Een stof die smelt, blijft WEL | NIET dezelfde temperatuur houden tijdens het smelten.

73 Het smeltpunt is WEL | NIET dezelfde temperatuur als het stolpunt.

74 In tabel 4 staan in de eerste kolom enkele smeltpunten van metalen.
Gebruik tabel 13 van je Binas.
- Bepaal aan de hand van het smeltpunt welk metaal het is. Schrijf de naam van het metaal in de tweede kolom.
- Schrijf in de derde kolom de dichtheid van het metaal.
- Schrijf in de vierde kolom de kleur die het metaal heeft als het nieuw is.

De eerst regel is als voorbeeld voorgedaan.

▼ **tabel 4** metalen bepalen aan de hand van het smeltpunt

smeltpunt	metaal	dichtheid	kleur
660 °C	aluminium	2,70 g/cm³	zilvergrijs
1083 °C		g/cm³	
328 °C		g/cm³	
897 °C		g/cm³	
232 °C		g/cm³	
420 °C		g/cm³	

75 In tabel 5 staan in de eerst kolom vijf vloeistoffen.
Zoek in Binas (tabel 14) de smelt- en kookpunten van deze vloeistoffen op.
Schrijf het smelt- en kookpunt op de juiste plaats in tabel 5.

▼ **tabel 5** kook- en smeltpunten van enkele stoffen

stof	smeltpunt in °C	kookpunt in °C
alcohol		
kwik		
olijfolie		
water		
zwavelzuur		

76 Van een aantal stoffen staat het smeltpunt in de eerste kolom van tabel 6.
Schrijf de naam van de stof in de kolom ernaast.

▼ **tabel 6** smeltpunten van stoffen

smeltpunt	stof
–150 °C	
–39 °C	
0 °C	
52 °C	
328 °C	
897 °C	
1453 °C	

77 Je hebt een rolletje soldeertin. Op het rolletje staat: smeltpunt = 217 °C.
Het soldeertin smelt heel gemakkelijk op de soldeerbout die je gebruikt.

a Zou je ook een stukje gewoon tin kunnen smelten op de soldeerbout?

JA | NEE, want tin smelt bij een temperatuur van _________ °C.

b Zou je ook een stukje zilver kunnen smelten op de soldeerbout?

JA | NEE, want zilver smelt bij een temperatuur van _________ °C.

78 Van een aantal vloeistoffen staat het kookpunt in de eerste kolom van tabel 7. Schrijf de naam van de stof in de kolom ernaast. Zijn er meerdere stoffen met hetzelfde smeltpunt, schrijf ze dan allemaal op.

▼ **tabel 7** kookpunten van stoffen

kookpunt	stof
35 °C	
78 °C	
100 °C	
297 °C	
357 °C	

Onthouden!

Stoffen herken je aan de stofeigenschappen.
Enkele stofeigenschappen zijn:
- geur;
- kleur;
- smaak;
- dichtheid;
- smeltpunt;
- kookpunt.

De dichtheid is de massa van 1 cm^3 van een stof.

4 Moleculen en temperatuur

Alle stoffen zijn opgebouwd uit heel kleine deeltjes. Die deeltjes heten moleculen. Moleculen zijn opgebouwd uit atomen.

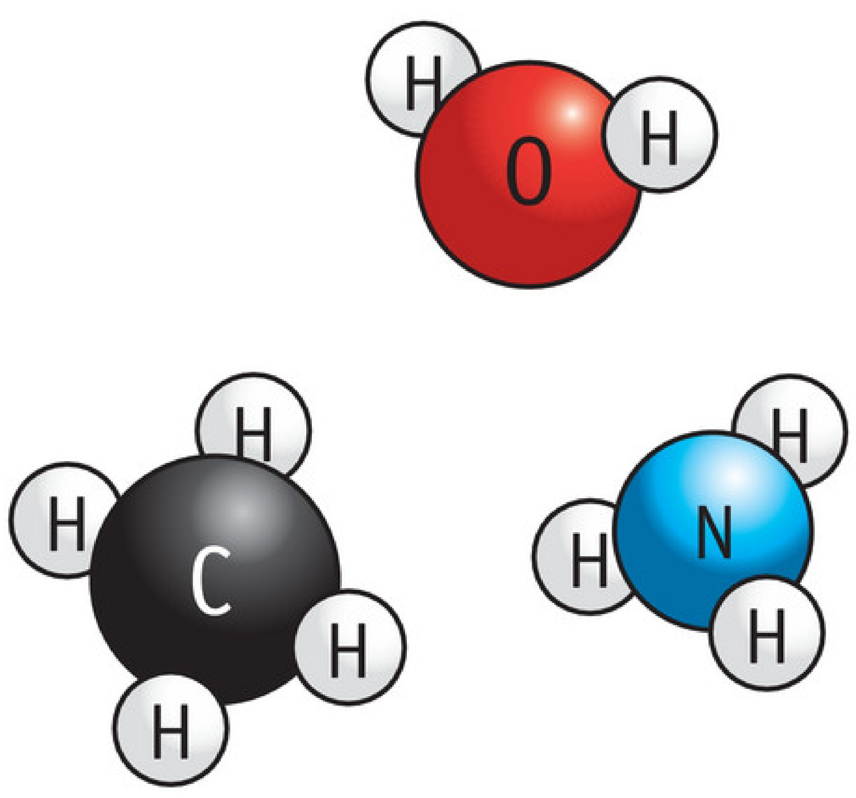
Moleculen

Een huis is gebouwd uit stenen, de bouwstenen van het huis. Ook stoffen zijn opgebouwd uit kleine deeltjes. De bouwstenen van een stof zijn de **moleculen**. Een molecuul is het kleinste deeltje van een stof. Bijvoorbeeld: het kleinste deeltje water is een watermolecuul.

Een molecuul bestaat weer uit nog kleinere deeltjes. Dat zijn de **atomen**. Atomen zijn onvoorstelbaar klein. Zelfs met een microscoop kun je ze niet zien. Atomen kunnen zich met elkaar verbinden. Ze vormen dan een molecuul.

Een molecuul zuurstof bestaat uit twee zuurstofatomen (2 × O).
Een molecuul zuurstof schrijf je als O_2.
Een molecuul water bestaat uit drie atomen:
twee waterstofatomen (2 × H) en een zuurstofatoom (O).
De formule van een molecuul water is H_2O.
Er zijn ook moleculen met veel meer atomen. Een molecuul suiker bijvoorbeeld, dat bestaat uit wel 45 atomen (je schrijft dit molecuul als $C_{12}H_{22}O_{11}$).

In afbeelding 20 bovenaan is een watermolecuul (H_2O) schematisch getekend. In de afbeelding zie je nog twee moleculen:
- Een molecuul ammoniak (NH_3). Dit molecuul bestaat uit een stikstofatoom (N) en drie waterstofatomen (H).
- Een molecuul van het gas methaan (CH_4). Dit is een koolstofatoom (C) met vier waterstofatomen (H).



▲ **afbeelding 20**
moleculen van water (H_2O), ammoniak (NH_3) en methaan (CH_4)

Waterstofatomen (H) zijn heel klein. Andere atomen zijn iets groter, bijvoorbeeld zuurstof (O). Daarom zijn ze verschillend van grootte in de tekening.
Een molecuul is nog steeds heel erg klein. In een druppeltje water zo groot als de kop van een lucifer zitten ongeveer 1 triljard watermoleculen. Dat zijn 1 000 000 000 000 000 000 000 moleculen. Samen wegen deze moleculen minder dan 0,1 g.

Opgaven

79 Wat is een molecuul?

Een molecuul is het ________________________________ van een stof.

80 Uit welke deeltjes bestaan moleculen?

Moleculen bestaan uit ______________________________.

81 Een molecuul methaan is WEL | NIET hetzelfde als een molecuul ammoniak.

82 Wat is de moleculeformule van een molecuul ammoniak?

☐ A NH3
☐ B NH_3
☐ C N_3H
☐ D N3H

83 Hoeveel atomen zitten in één molecuul methaan?

In één molecuul methaan zitten ______________________.

84 Op campings worden vaak butagasflessen gebruikt. In die flessen zit het gas butaan.
De moleculeformule van butaan is C_4H_{10}.
Hoeveel atomen zitten er in een molecuul butaan?

☐ A 4
☐ B 10
☐ C 14
☐ D 28

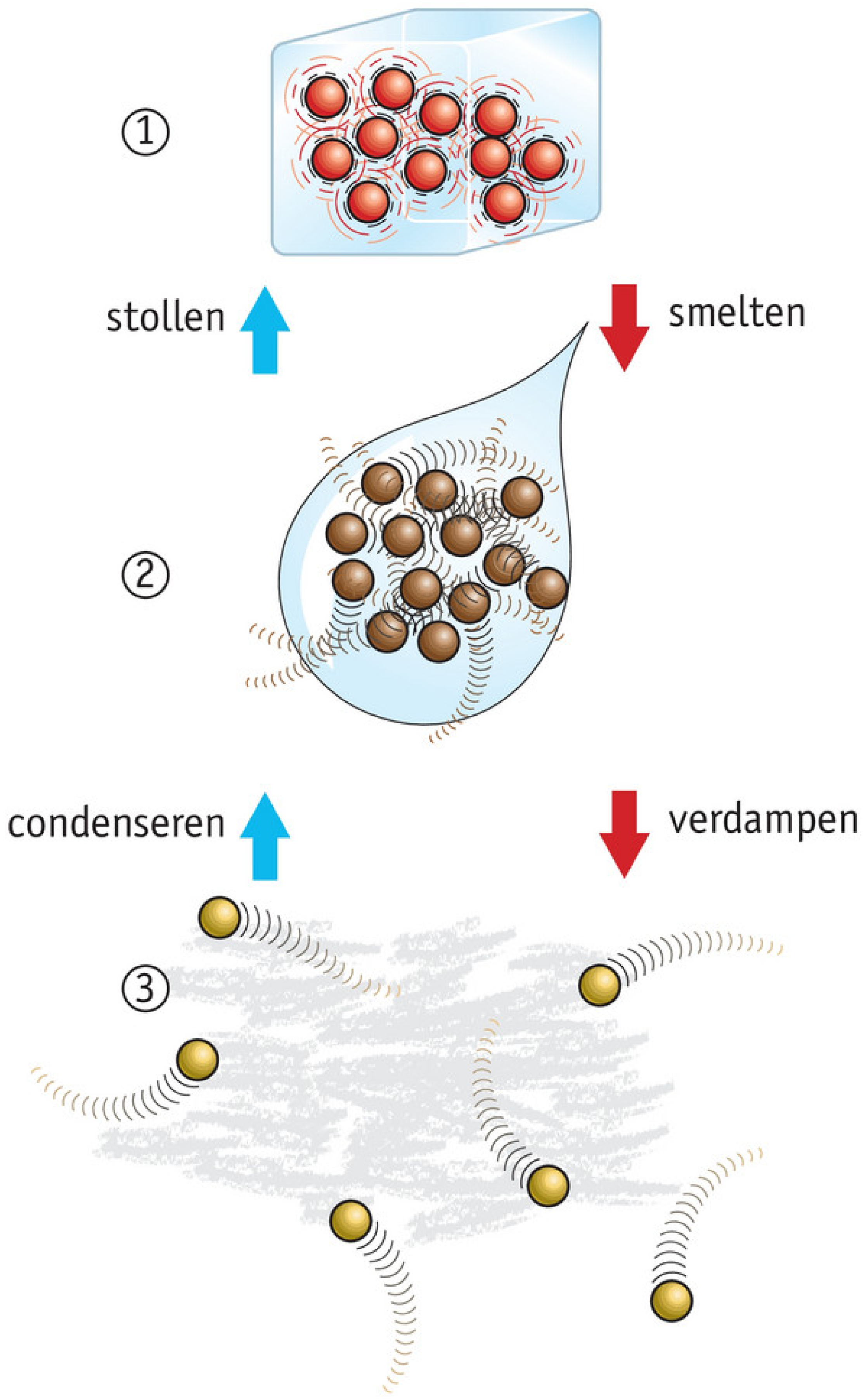
Fasen

Een ijsblokje is een vaste stof (afbeelding 21 nummer 1). In een **vaste stof** zitten de moleculen tegen elkaar. Ze trekken elkaar aan en houden elkaar vast. De moleculen hebben allemaal een vaste plaats. Op die plaats maken ze kleine, trillende bewegingen.

Als ijs warmer wordt, komen de moleculen een beetje los van elkaar. Ze krijgen meer vrijheid en gaan sneller bewegen. Het ijs gaat **smelten**. Als alle moleculen los zijn, is het ijs veranderd in water. De vaste stof is een **vloeistof** geworden.
De moleculen in een vloeistof houden elkaar ook vast, maar niet zo sterk. De moleculen kunnen bewegen door de hele vloeistof. Dit zie je in afbeelding 21 nummer 2.

Verwarm je het water nog meer, dan laten de moleculen elkaar los. Ze bewegen nog sneller en gaan alle kanten op. De vloeistof wordt dan een **gas**. De overgang van vloeistof naar gas heet **verdampen**. De moleculen van een gas verspreiden zich door de ruimte. Dit zie je in afbeelding 21 nummer 3.

▶ **afbeelding 21**
moleculen in een vaste stof, een vloeistof en een gas



In afbeelding 21 staan de rode pijlen bij smelten en verdampen. Omgekeerd kan natuurlijk ook. Kijk naar de blauwe pijlen.

Een gas koelt af. De moleculen bewegen steeds langzamer en zoeken elkaar op. Ze plakken aan elkaar en vormen druppels. Dit gebeurt bijvoorbeeld wanneer waterdamp beslaat op een koude ruit. De overgang van gas naar vloeistof heet **condenseren**.

Als een vloeistof afkoelt, bewegen de moleculen steeds minder. Ze gaan vastzitten op hun plek en trillen alleen nog een beetje. Dit gebeurt bijvoorbeeld als kaarsvet stolt. De overgang van vloeistof naar vast heet **stollen**. Bij water zeg je niet stollen, maar **bevriezen**.

De drie toestanden waarin een stof kan voorkomen, noem je **fasen**. De drie fasen zijn:
- vaste stof;
- vloeistof;
- gas.

Proef 2 Moleculen sneller laten bewegen

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 ijsklontje
- ☐ 1 (hand)doek

Uitvoering

- Leg de doek voor je op tafel.
- Pak het ijsklontje in je linkerhand.
- Houd je hand boven de doek.
- Knijp in het ijsklontje en tel langzaam tot vijf.
- Veeg je hand af aan de doek.
- Leg het ijsklontje op de doek.

1 Als je in het ijsklontje knijpt, wordt je hand KOUD | WARM.

2 Omdat het ijsklontje warmer wordt, komen er WEL | GEEN druppels van af.

3 Welke faseovergang vindt plaats bij het ijsblokje?
- ☐ A condenseren
- ☐ B smelten
- ☐ C stollen
- ☐ D verdampen

4 Wat weet je van de snelheid van de moleculen in de druppels water?
- ☐ A De moleculen bewegen even snel als de moleculen die nog in het ijs zitten.
- ☐ B De moleculen bewegen langzamer dan de moleculen die nog in het ijs zitten.
- ☐ C De moleculen bewegen sneller dan de moleculen die nog in het ijs zitten.

- Doe je linkerhand open.
- Leg het ijsklontje vijf tellen in je linkerhand.
- Leg dan het ijsklontje op de doek.
- Wrijf vijf tellen je beide handen over elkaar.
- Doe je handen open.
- Je handen zijn nu nog een klein beetje vochtig.
- Kijk naar je handen en wacht tot al het water verdampt is.

5 Als je het ijsblokje in je hand hebt, voelt dat KOUD | WARM aan.

6 Door de warmte van je hand gaan de moleculen WEL | NIET sneller bewegen.

7 Hierdoor wordt de vaste stof (het ijs) WEL | NIET een vloeistof.

8 Door het wrijven worden je handen WEL | NIET warmer.

9 Hierdoor is al veel water dat aan je handen zat, GECONDENSEERD | VERDAMPT.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

85 In welke drie fasen kan een stof voorkomen?

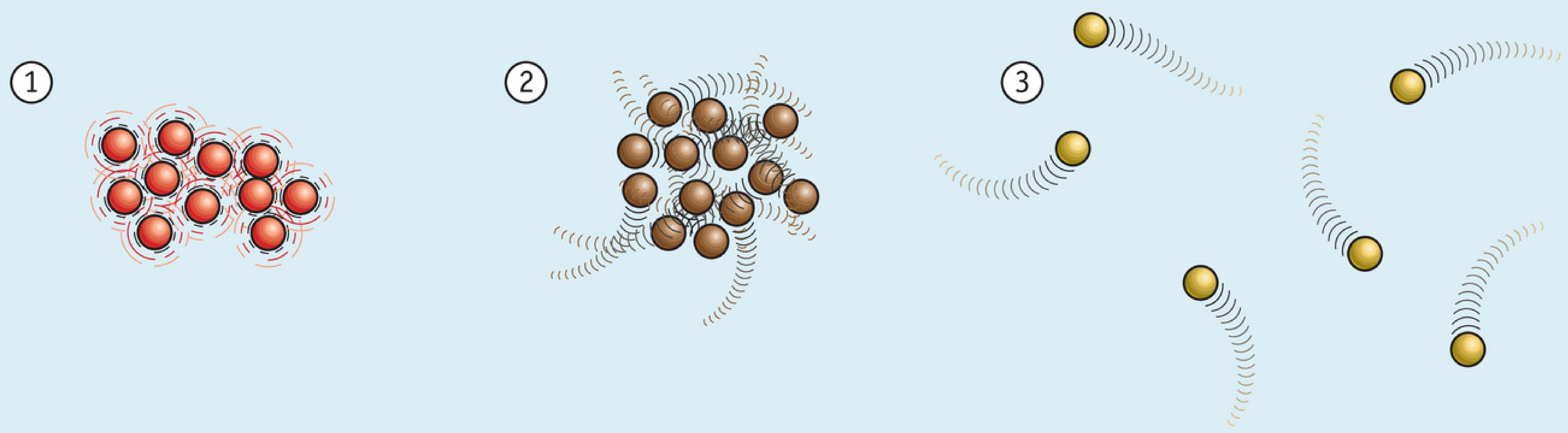
– ______________________

– ______________________

– ______________________

86 Tijdens het smelten van ijs wordt warmte toegevoerd.
Wat gebeurt er dan?
a De warmte wordt WEL | NIET gebruikt om de temperatuur te laten stijgen.
b De warmte wordt WEL | NIET gebruikt om van fase te veranderen.

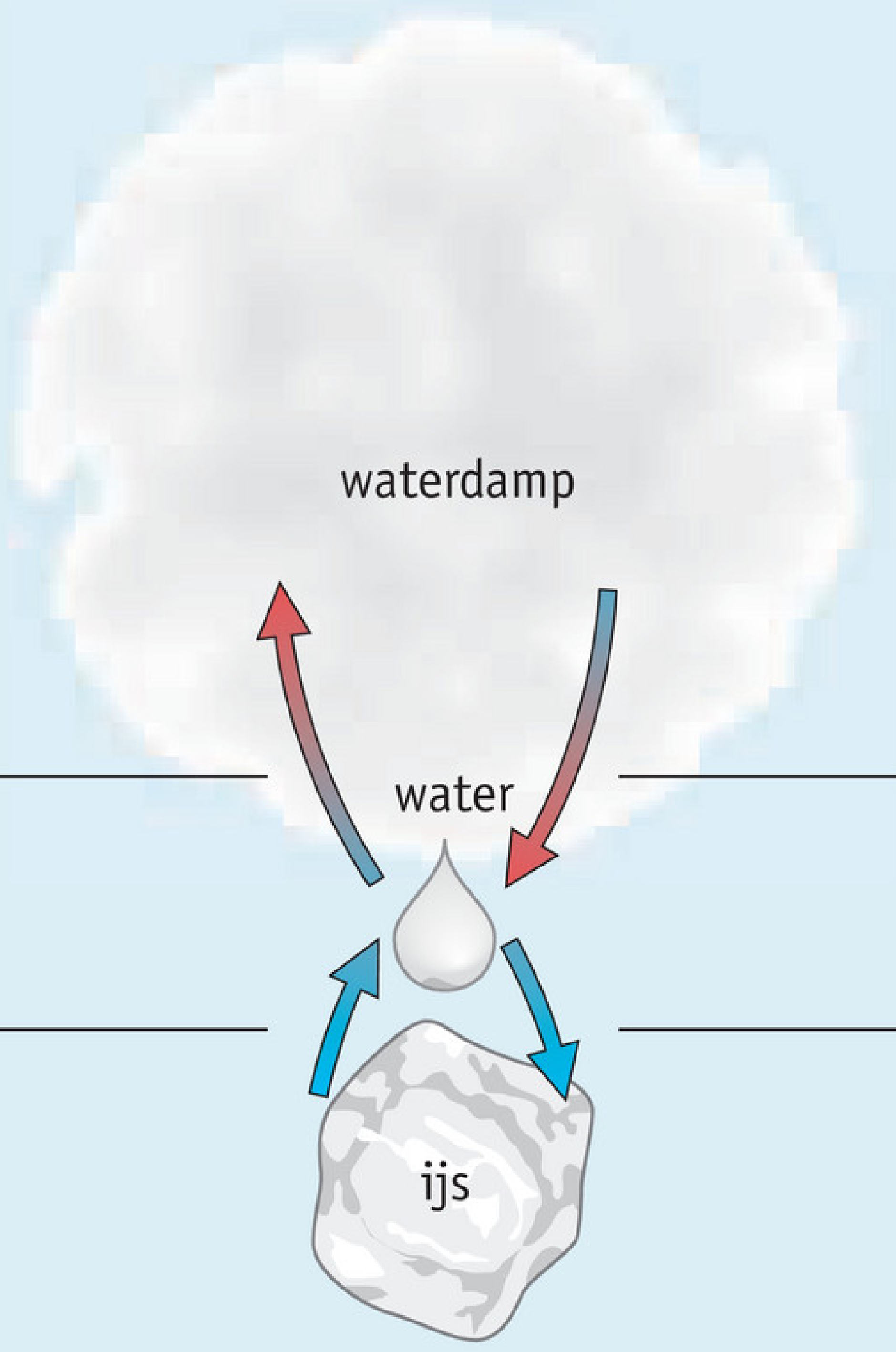
87 In afbeelding 22 zie je de moleculen van een stof in drie verschillende fasen.
Schrijf onder elke tekening welke fase het is.



______________ ______________ ______________

▲ **afbeelding 22**
drie fasen

88 In afbeelding 23 zie je de drie fasen van water. De pijlen geven de fase-overgangen aan.
Schrijf op de invullijnen de namen van de fase-overgangen.



▲ **afbeelding 23**
de fase-overgangen van water

89 Links staan begrippen, rechts staan betekenissen.
Trek een lijn van elk begrip naar de betekenis die erbij hoort.

begrip	betekenis
condenseren ◯	◯ overgang van vloeistof naar vaste stof
gas ◯	◯ de moleculen blijven op dezelfde plaats
kookpunt ◯	◯ overgang van vloeibaar naar gas
smelten ◯	◯ de moleculen bewegen geheel los van elkaar
stollen ◯	◯ warmtetoevoer zorgt alleen nog voor verdamping
vaste stof ◯	◯ overgang van gas naar vloeibaar
verdampen ◯	◯ overgang van vast naar vloeibaar
vloeistof ◯	◯ de moleculen bewegen door elkaar heen

90 Tijdens een proef wordt aceton verdampt. Vanaf het begin van de proef wordt de temperatuur gemeten. Van de meting is een grafiek gemaakt (afbeelding 24).
Bekijk het diagram goed en beantwoord de volgende vragen.

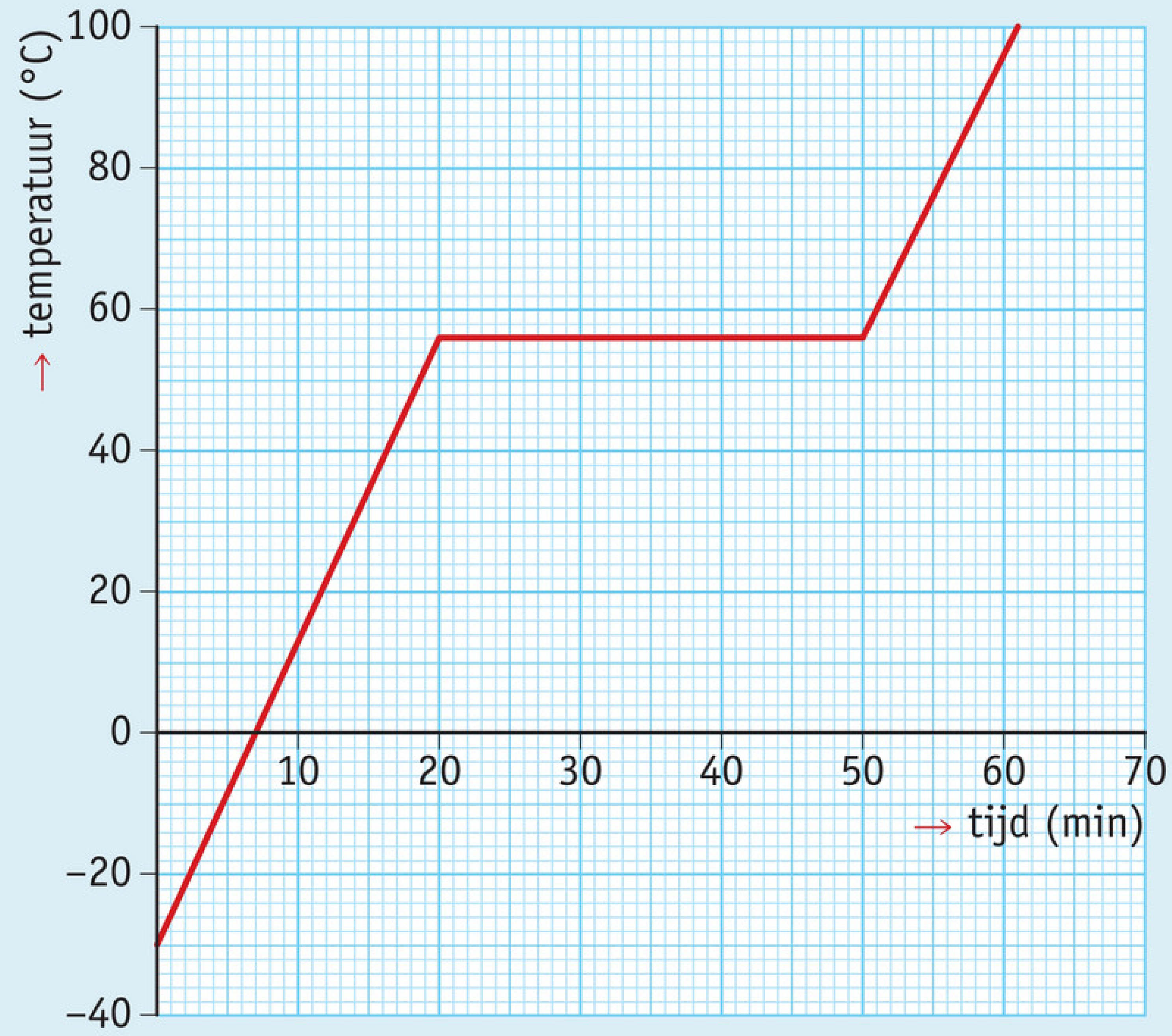
a Bij welke temperatuur kookt aceton?

b Wat was de temperatuur toen de meting begon?

c Na hoeveel minuten begint de aceton te koken?

d Hoelang duurde het voordat de aceton volledig was verdampt?

e Wat was de temperatuur van de damp na 56 minuten?



▲ **afbeelding 24**
diagram van aceton verwarmen

Uitzetten en krimpen

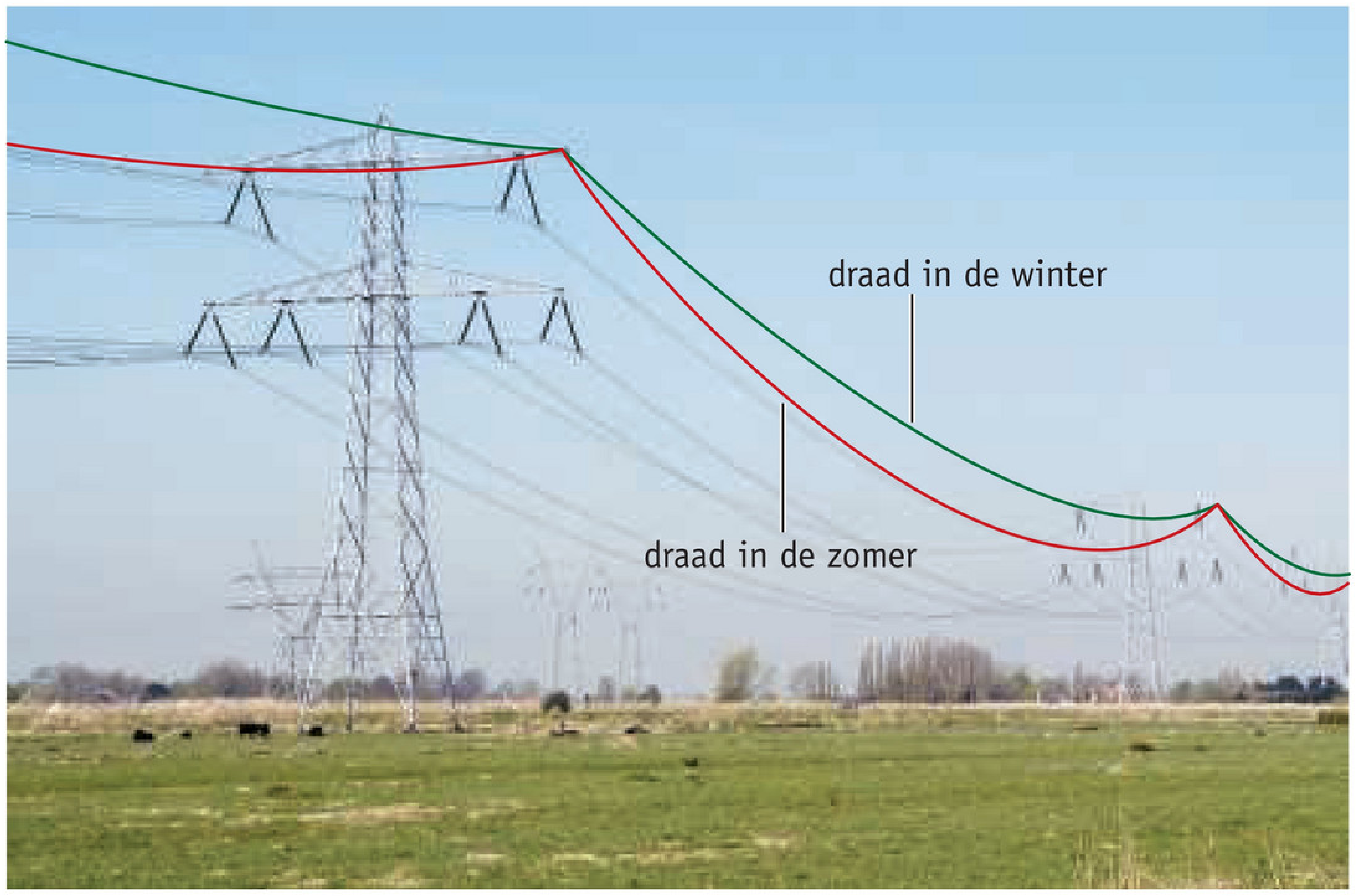
Moleculen zijn altijd in beweging. Zelfs in een vaste stof bewegen de moleculen nog een heel klein beetje. Hoe warmer een stof wordt, hoe sneller de moleculen gaan bewegen. Daarvoor hebben ze meer ruimte nodig. Ze duwen elkaar een beetje weg.

Wordt een stof warmer, dan wordt het **volume** van de stof groter. Ieder molecuul gaat harder trillen op zijn plaats. Ieder molecuul duwt zijn buren een beetje weg. De stof neemt meer ruimte in.

Een stof die opwarmt, wordt dus iets groter. Dit noem je **uitzetten**. Koelt de stof af, dan gaan de moleculen juist minder bewegen. De ruimte tussen de moleculen wordt iets kleiner. De stof neemt minder ruimte in. Dit heet **krimpen**.

In constructies is het belangrijk om rekening te houden met uitzetten en krimpen. Een voorbeeld zie je bij hoogspanningsmasten (afbeelding 25). De draden zijn niet strak getrokken. In de winter kunnen de draden korter worden.

▶ **afbeelding 25**
In de winter zijn de draden korter dan in de zomer.

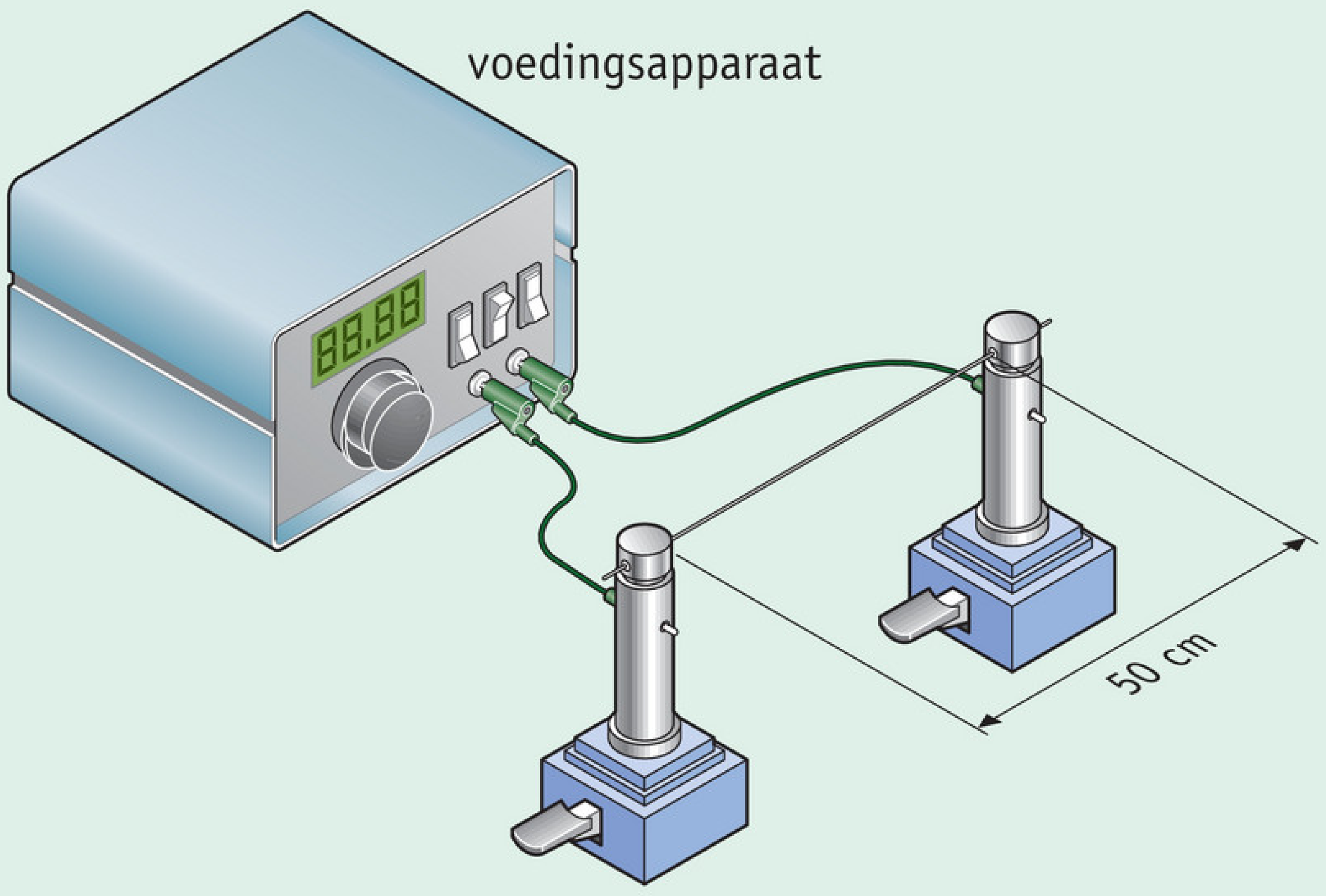


Uitzetten en krimpen komt ook voor bij bruggen. Op warme zomerdagen moeten sommige bruggen gekoeld worden. Anders gaat het wegdek bol staan. Een ophaalbrug zou vast gaan zitten.
Een ander voorbeeld is een spoorrail. De ijzeren staven van spoorrails liggen niet tegen elkaar aan. Zo kunnen ze uitzetten als het warm weer is.

Proef 3 Uitzetten en krimpen van constantaandraad

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 veiligheidsbril
- ☐ 2 tonvoeten
- ☐ 2 isolatoren
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 1 regelbare voeding met ampèremeter
- ☐ 55 cm constantaandraad van 0,2 mm dik

Uitvoering
- Zet de isolatoren in de tonvoeten.
- Plaats de isolatoren 50 cm uit elkaar (afbeelding 26).
- Maak de constantaandraad vast in de isolatoren.
- Schuif de tonvoeten uit elkaar totdat de draad strak staat.
- Zorg ervoor dat de schakelaar op de voeding uitstaat.
- Draai de knop die de spanning regelt naar nul.
- Sluit de isolatoren aan op de voeding.
- Zet je veiligheidsbril op.
- Schakel de voeding in.
- Draai de stroomsterkte langzaam naar 2 A.
- Kijk goed naar de draad.
- Kom vooral niet aan de draad, je kunt dan je vingers verbranden.



▲ **afbeelding 26**
de opstelling van proef 3

1 Welke veranderingen zie je aan de draad?
- **a** De draad is WEL | NIET verkleurd.
- **b** De draad is WEL | NIET gaan gloeien.
- **c** De draad is KORTER | LANGER geworden.
- **d** De draad is WARMER | KOUDER geworden.

- Vergroot de stroomsterkte langzaam naar 3 A.

2 De draad is WEL | NIET gaan gloeien.

3 Je kunt goed zien dat de draad is GEKROMPEN | UITGEZET.

- Schakel de voeding uit.

4 De draad wordt WARMER | KOUDER.

5 Je kunt goed zien dat de draad is GEKROMPEN | UITGEZET.

6 Je kunt uit de proef conclusies trekken.
- **a** Metalen die warm worden ______________________________.
- **b** Metalen die afkoelen ______________________________.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

91 Wat gebeurt er als een metalen blokje warmer wordt?
- ☐ A Het blokje zet alleen in de breedte uit.
- ☐ B Het blokje zet alleen in de hoogte uit.
- ☐ C Het blokje zet alleen in de lengte uit.
- ☐ D Het blokje zet in alle richtingen uit.

92 Een ruit wordt precies in een houten kozijn geplaatst. Er is vrijwel geen ruimte tussen het glas en het hout van het kozijn. Op een gegeven moment staat de volle zon op de ruit en springt de ruit kapot.
Waardoor gaat de ruit kapot?

____

____

____

+93 Ruiten van auto's worden ook precies in een sponning geplaatst. De ruit zit in een dikke rubberstrip. Autoruiten staan ook bloot aan grote temperatuurswisselingen. Toch gaat een autoruit daardoor zelden kapot.
Waarom gaan autoruiten bijna nooit kapot door verandering van warmte en kou?

____

____

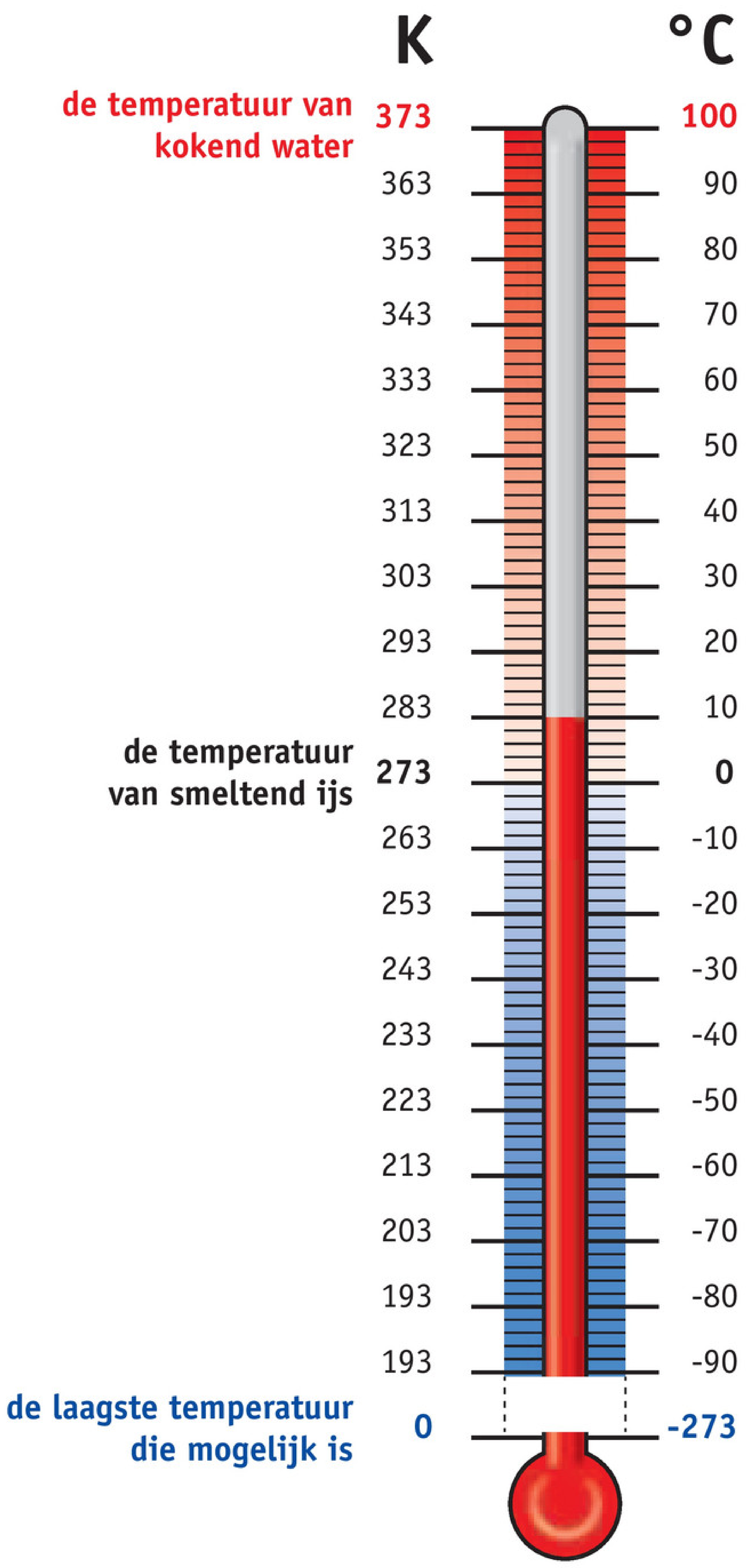
____

Kelvin

Vaak wordt de temperatuur gemeten in graden Celsius. Bij natuurkunde wordt nog een andere eenheid voor temperatuur gebruikt. Die eenheid is **kelvin**. De afkorting van kelvin is K.

De schaal van een thermometer in kelvin is hetzelfde als bij een thermometer in graden Celsius. Alleen de getallen zijn anders (afbeelding 27). Bij graden Celsius is nul de temperatuur van smeltend ijs. Bij kelvin is nul de allerlaagste temperatuur die mogelijk is. Dat is –273 °C.
Je zegt: nul kelvin is min 273 graden Celsius.

0 K = –273 °C
273 K = 0 °C



Je kunt de temperatuur omrekenen. Om de temperatuur om te rekenen van graden Celsius naar kelvin gebruik je de formule:

°C = kelvin – 273

Om van kelvin naar graden Celsius te rekenen, gebruik je:

kelvin = °C + 273

◀ **afbeelding 27**
De getallen bij kelvin zijn anders dan bij graden Celsius.

Opgaven

94 De laagste temperatuur die mogelijk is, is WEL / NIET 0 K.

95 Vul in:

100 K = ____________ °C		–210 °C = ____________ K	
210 K = ____________ °C		–20 °C = ____________ K	
300 K = ____________ °C		8 °C = ____________ K	
473 K = ____________ °C		273 °C = ____________ K	

96 Waarom is een temperatuur van –300 °C niet mogelijk?

____

97 In tabel 8 staat in de eerste kolom de dichtheid van enkele metalen.
Schrijf in de tweede kolom het metaal dat die dichtheid heeft (gebruik tabel 13 van je Binas).
Schrijf in de derde kolom het smeltpunt van het metaal.
Bereken dan het smeltpunt in kelvin en schrijf dat in de vierde kolom.

▼ **tabel 8** verschillende metalen

dichtheid	metaal	smeltpunt in °C	smeltpunt in K
1,74 g/cm^3			
2,70 g/cm^3			
8,90 g/cm^3			
8,96 g/cm^3			
11,35 g/cm^3			
19,30 g/cm^3			

+98 In tabel 9 staat in de eerste kolom het smeltpunt van enkele vloeistoffen.
Bereken het smeltpunt in kelvin en schrijf dat in de tweede kolom.
Schrijf in de derde kolom de vloeistof die dat smeltpunt heeft (gebruik tabel 14 van je Binas).
Bereken het kookpunt van de vloeistof in kelvin en schrijf dat in de vierde kolom.

▼ **tabel 9** verschillende vloeistoffen

smeltpunt in °C	smeltpunt in K	vloeistof	kookpunt in K
–114			
–90			
–70			
–3			
0			
11			

Onthouden!

De bouwstenen van stoffen zijn de moleculen.
Een molecuul is het kleinste deeltje van een stof.
Een molecuul bestaat uit nog kleinere deeltjes. Dat zijn atomen.
Een watermolecuul (H_2O) bestaat uit 2 waterstofatomen (H) en 1 zuurstofatoom (O).
Bij een hogere temperatuur gaan moleculen sneller bewegen.
In een vaste stof zitten de moleculen dicht tegen elkaar. Ze trillen op hun plaats.
In een vloeistof bewegen de moleculen door de hele vloeistof.
In een gas zijn de moleculen vrij. Ze bewegen door de hele ruimte.
De faseovergangen zijn:
- smelten (van vast naar vloeistof);
- stollen (van vloeistof naar vast);
- verdampen (van vloeistof naar gas);
- condenseren (van gas naar vloeistof).

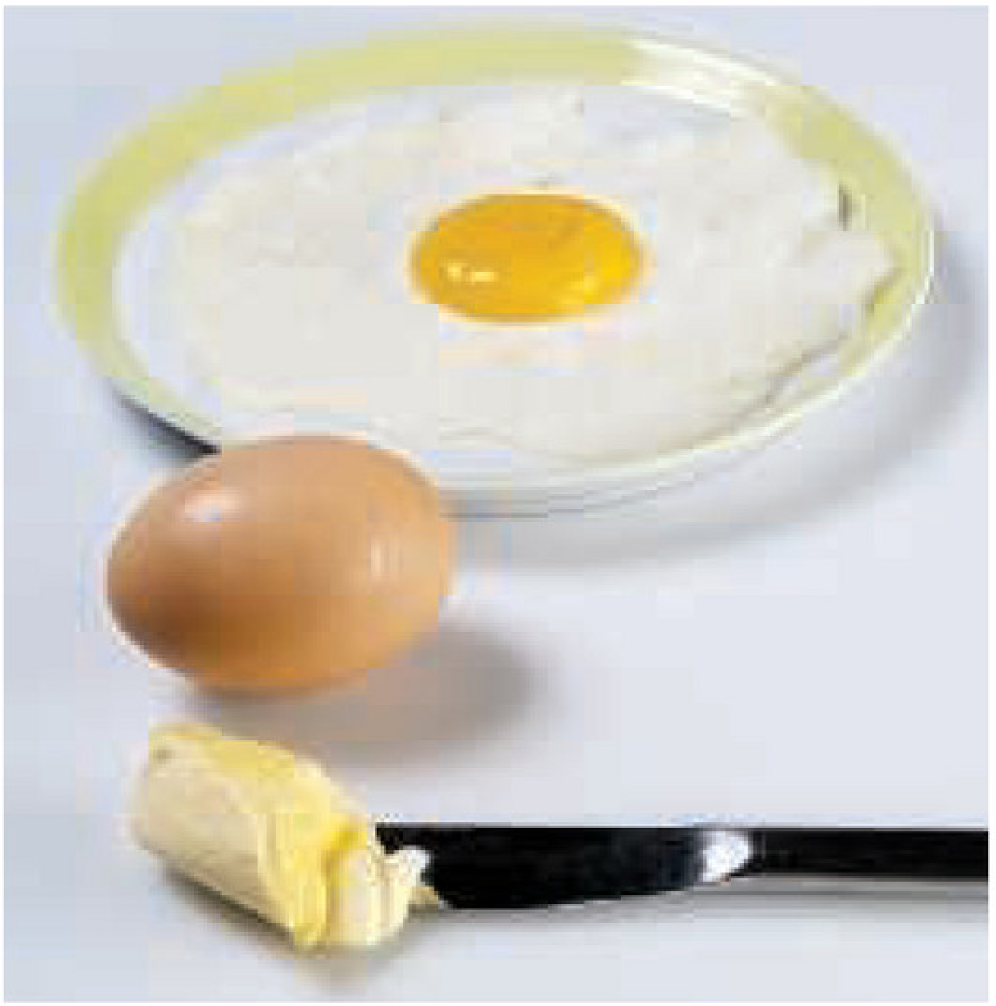
Een stof die warmer wordt, zet uit (het volume van de stof wordt groter).
Bij constructies wordt rekening gehouden met uitzetten en krimpen.

5 Chemische reacties

Bij een chemische reactie veranderen stoffen in andere stoffen. De nieuwe stoffen hebben andere eigenschappen dan de beginstoffen.

Stoffen veranderen

Chemische reacties zijn overal.
Voorbeelden van chemische reacties zijn:
- hout verbranden in een kachel;
- een ei bakken (afbeelding 28);
- een pannenkoek bakken van meel, eieren en melk;
- benzine verbranden in de motor van een auto;
- beton laten uitharden;
- roesten van je fiets;
- twee dingen aan elkaar lijmen.



▶ **afbeelding 28**
Een ei bakken is een chemische reactie.

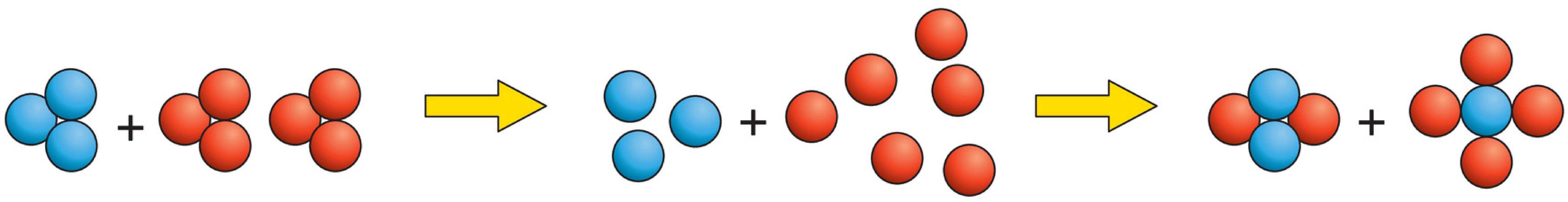
Bij een chemische reactie veranderen stoffen in andere stoffen. Bijvoorbeeld: hout verandert in as en verbrandingsgassen. Een vloeibaar ei verandert in een vaste stof. Als je fiets roest, verandert het ijzer in roest. Als stoffen veranderen in andere stoffen, is het een chemische reactie.

Reacties herkennen

Een chemische reactie is **niet omkeerbaar**. Dat betekent dat je de oude stof niet meer kunt terugkrijgen. Een gebakken ei kun je niet rauw maken. Beton dat hard is geworden, kun je niet meer vloeibaar maken.

Bij een **chemische reactie** veranderen de moleculen. Bij een **natuurkundige reactie** veranderen de moleculen niet. Een voorbeeld van een natuurkundige reactie is water dat bevriest. Bevroren water (ijs) kun je weer smelten. Bij een natuurkundige reactie kun je de oude stof weer terugkrijgen. Een natuurkundige reactie is omkeerbaar. De eigenschappen van de stof veranderen tijdelijk.

Bij een chemische reactie gebeurt er iets met de bouwstenen van de stof. De moleculen van de stoffen vallen uit elkaar in losse atomen. Daarna binden de atomen op een andere manier aan elkaar. Uit de losse atomen worden dan nieuwe stoffen gevormd. Dit zie je in afbeelding 29.



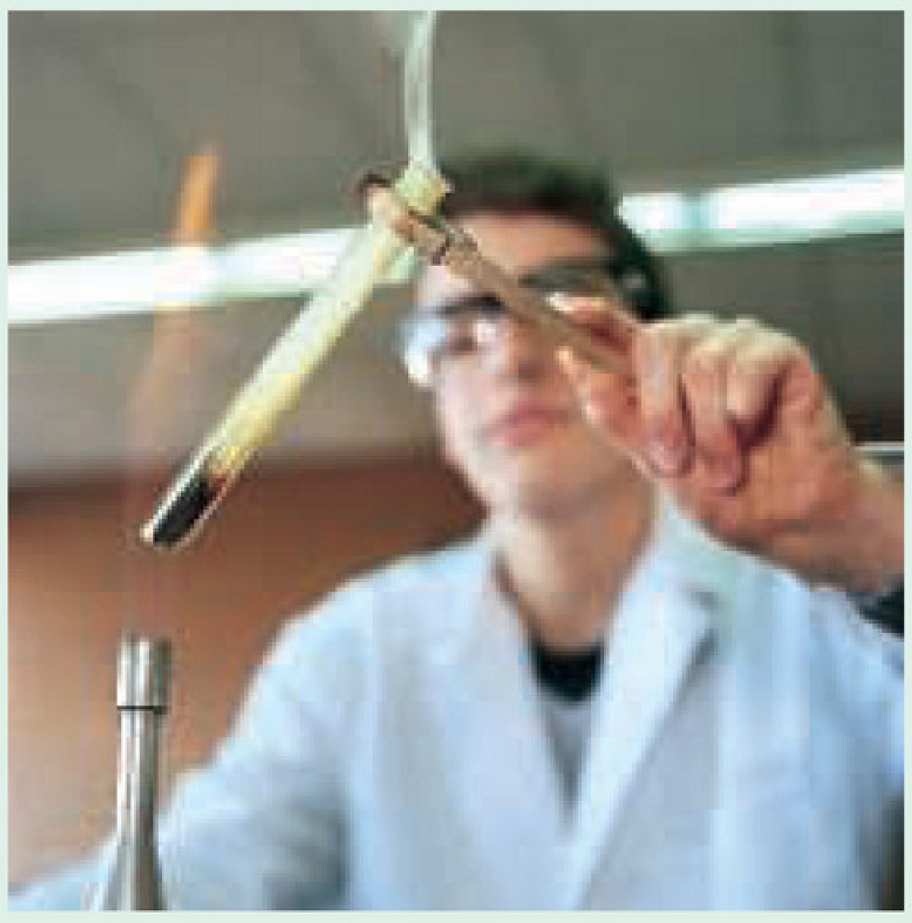
▲ **afbeelding 29**
een chemische reactie

De stoffen aan het begin van de reactie heten de **beginstoffen**.
De stoffen na de reactie heten de **reactieproducten**.

Proef 4 Suiker verbranden

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 veiligheidsbril
- ☐ 1 hittebestendige reageerbuis gevuld met 1 cm suiker
- ☐ 1 reageerbuisrek
- ☐ 1 reageerbuisknijper
- ☐ 1 brander
- ☐ lucifers of aansteker



▲ **afbeelding 30**
suiker verbranden

Uitvoering

- Bekijk de reageerbuis en de suiker.

1 De reageerbuis is DROOG | NAT.

2 De suiker in de reageerbuis is DROOG | NAT.

- Deze proef doe je in een zuurkast of bij een goede tafelafzuiging.
- Zet je veiligheidsbril op.
- Maak de brander aan met een ruisende blauwe vlam.
- Regel de vlam niet te groot (ook niet te klein).
- Pak de reageerbuis met de reageerbuisknijper vast.
- Beweeg de onderkant van de reageerbuis heen en weer door de vlam.
- Doe dit ongeveer een halve minuut.
- Houd de reageerbuis nu stil in de vlam (zie figuur 30).
- Kijk goed naar wat er nu allemaal gebeurt.

Boven in de reageerbuis zie je condens ontstaan. Dat is water dat op een 'koude' plaats in de reageerbuis condenseert. Het water komt tijdens de reactie uit de suiker.
Door de warmte heeft het water eerst een gasvormige fase (waterdamp). Je ziet dat in de reageerbuis meer gassen ontstaan.

3 Welke kleur heeft het gas in de reageerbuis?

___

- Er komt een beetje gas uit de reageerbuis.
- Wacht even tot er voldoende gas uit de reageerbuis komt.
- Houd een brandende lucifer of aansteker bij het gas.

In deze proef ben je bezig met een ontledingsreactie van suiker.

4 Het gas uit de ontledingsreactie is WEL | NIET brandbaar.

5 Het gas ruikt WEL | NIET naar karamel.

- Pas op, de reageerbuis kan aan de onderkant gaan gloeien.
- Stop met de proef als het gas uit de buis niet meer blijft branden.
- Zet de brander uit.
- Houd de reageerbuis nog even vast.
- Kijk naar wat er allemaal nog in de buis gebeurt.
- Zet de buis voorzichtig in het reageerbuisrek.
- Pas op tijdens het opruimen, de reageerbuis kan nog warm zijn.

6 In tabel 10 staan de reacties die je tijdens de proef hebt gezien.
Kruis in de tabel aan of het een chemische of natuurkundige reactie is.

▼ **tabel 10** de reacties tijdens de proef

Dit gebeurde tijdens de proef.	reactie	
	chemisch	natuurkundig
Er ontstaat een brandbaar gas.		
Er ontstaat waterdamp uit de suiker.		
De waterdamp condenseert.		
Er ontstaat een gekleurde vloeistof.		
Er ontstaat koolstof.		
Het gas dat uit de reageerbuis komt, verbrandt.		

- Lever de reageerbuis in bij je leraar.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

99 Bij een chemische reactie is het aantal atomen voor en na de reactie WEL | NIET gelijk.

100 Lucas bakt een paar stukken spek. Hij gebruikt daarvoor een gasvlam en boter in een pan. Lucas haalt een goed gebakken stuk spek uit de pan en eet het met smaak op. Het tweede stuk spek laat hij aanbranden, het is zwart geworden en niet lekker meer.

a Gas verbranden is WEL | NIET een chemische reactie.
b Boter smelten is WEL | NIET een chemische reactie.
c Zoals het eerste stuk spek is gebakken, is WEL | NIET een gewenste reactie.
d Zoals het tweede stuk is gebakken, is WEL | NIET een gewenste reactie.

101 In tabel 11 staan een aantal reacties.
Kruis in de tabel aan of het een chemische of een natuurkundige reactie is.

▼ **tabel 11** een chemische of natuurkundige reactie

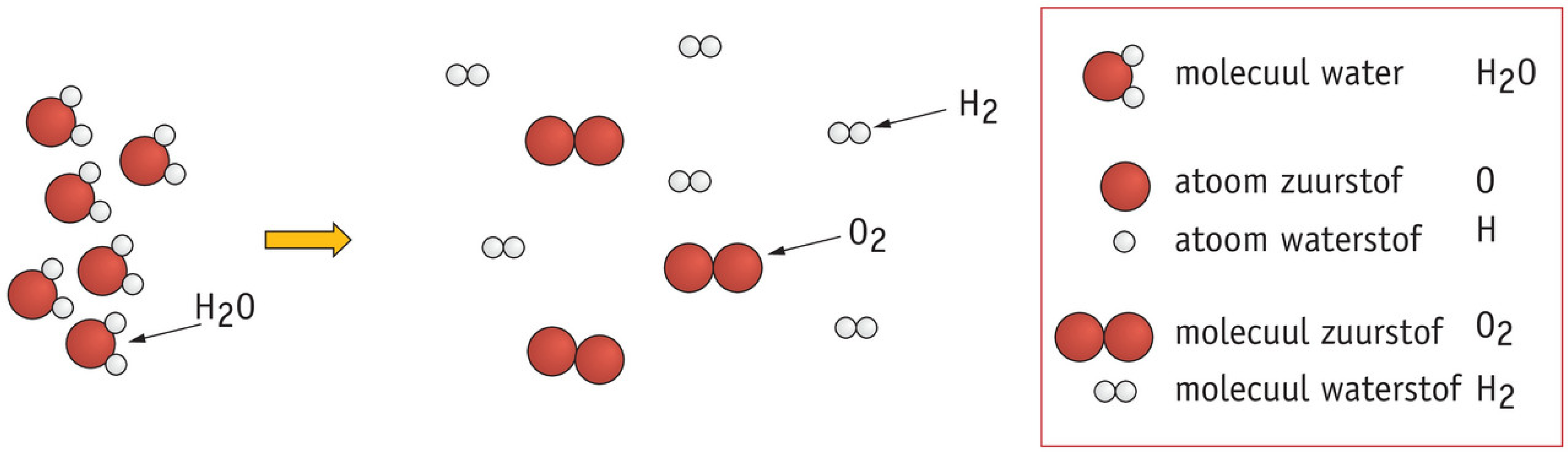
reactie	chemisch	natuurkundig
Kaarsvet smelt.		
Kaarsvet verbrandt.		
Een banaan wordt bruin.		
Water verdampt tijdens het koken.		
Je kookt rijst in een pan water.		
Bladeren worden bruin in de herfst.		
Je lost een suikerklontje op.		
Water verdampt uit kleren die drogen.		

Soorten reacties

Er zijn verschillende soorten chemische reacties. Soms verandert één stof in verschillende andere stoffen. Bij andere reacties moet je verschillende stoffen bij elkaar doen. Twee soorten chemische reactie zijn ontleden en verbranden.

Ontleden

Bij een **ontledingsreactie** ontstaan uit één beginstof verschillende andere stoffen. De beginstof bestaat uit verschillende atomen. Door de atomen anders te verdelen, ontstaan nieuwe stoffen. In afbeelding 31 is de ontleding van water getekend. Uit de beginstof water ontstaan de reactieproducten zuurstof en waterstof.
Een andere ontledingsreactie is benzine maken uit aardolie.
De moleculen in aardolie zijn erg lang en hebben veel atomen.
De moleculen van benzine zijn veel korter.



▶ **afbeelding 31**
de ontleding van water

Om benzine te maken uit aardolie, worden de aardoliemoleculen in stukjes geknipt. Moleculen in kleinere stukjes knippen heet kraken. Dit gebeurt in een kraakinstallatie.

Verbranden
Veel stoffen reageren met zuurstof uit de lucht. Als dat langzaam gebeurt, heet het oxideren. Gebeurt het snel en met vlammen, dan heet het **verbranden**. Een voorbeeld is de verbranding van methaan in het gasfornuis. Methaan is de belangrijkste stof in aardgas.
Bij de verbranding van aardgas verdwijnen de stoffen methaan en zuurstof. Na de verbranding heb je koolstofdioxide en water.

Het reactieschema van een verbranding ziet er zo uit:

brandstof + zuurstof ⟶ verbrandingsproducten

Bij verbranding komt warmte vrij.

Voor verbranding zijn drie dingen nodig:
- brandstof;
- zuurstof;
- temperatuur die hoog genoeg is.

De temperatuur waarbij een stof gaat branden, is voor iedere stof anders. Sommige stoffen gaan al branden bij een lage temperatuur. Die stoffen noem je **licht ontvlambaar**.

Voor verbranding is zuurstof nodig. De moleculen van de zuurstof moeten dicht bij de moleculen van de brandstof kunnen komen. Dat kan alleen in een gas. In een gas bewegen alle moleculen door elkaar met ruimte ertussen. Alleen een gas kan branden.

Een vloeistof kan niet branden. Je denkt misschien: maar benzine brandt toch wel? Dat klopt, maar benzine moet eerst verdampen voor ze kan branden. In een auto gebeurt dat in de carburateur. Ook een vaste stof kan niet branden. Ja, zul je zeggen, maar hout en papier verbranden toch? Dat klopt, maar door ze te verhitten komen er gassen vrij uit de vaste stof. Alleen die gassen gaan branden. Een vaste stof moet eerst ontleden om te kunnen verbranden.

Opgaven

102 Welke drie dingen heb je nodig om een stof te verbranden?
- ☐ A brandstof, een aansteker en zuurstof
- ☐ B brandstof, lucifers en een gas
- ☐ C brandstof, zuurstof en een gas
- ☐ D brandstof, zuurstof en een temperatuur die hoog genoeg is

103 In welke fase kan een stof verbranden?
- ☐ A alleen als gasvorm
- ☐ B alleen als vaste stof
- ☐ C alleen als vloeistof
- ☐ D als vaste stof, vloeistof en gasvorm

104 **a** Als je suiker verhit, wordt de suiker eerst GASVORMIG | VLOEIBAAR.
b Door de hoge temperatuur gaat dit WEL | NIET verdampen.
c Dat is een NATUURKUNDIGE | CHEMISCHE reactie.
d Bij een voldoende hoge temperatuur kan het gas WEL | NIET met zuurstof reageren.
e Er ontstaat dan een NATUURKUNDIGE | CHEMISCHE reactie.

105 Wat betekent het dat benzine licht ontvlambaar is?
- ☐ A Benzine gaat al branden bij een lage temperatuur.
- ☐ B Benzine gaat branden als er licht bij komt.
- ☐ C Benzine gaat branden als er een lichte vlam bij komt.
- ☐ D Benzine is een lichte vloeistof die snel brandt.

106 Wat gebeurt er voordat hout verbrandt?

Voordat hout kan verbranden, moet het eerst ______________________________.

▲ **afbeelding 32** carbidschieten of melkbusschieten

Carbidschieten

In afbeelding 32 zie je jongeren bezig met carbidschieten of melkbusschieten. Dit doen ze in sommige delen van Nederland op oudejaarsdag. Het deksel van een melkbus wordt weggeschoten door een explosie.

Carbid is een korte naam voor de stof calcium-carbide. Bij carbidschieten heb je twee chemische reacties. Eerst gaat er een brok carbid in de melkbus. Dat wordt natgemaakt met water. Hierdoor ontstaat het gas ethyn (acetyleen):

calciumcarbide + water ⟶ ethyn + calciumhydroxide

Het gas ethyn explodeert gemakkelijk. Als je het aansteekt, gaat de reactie heel snel:

ethyn + zuurstof ⟶ koolstofdioxide + water

Het gas verbrandt in één keer. Daarbij komt in korte tijd veel warmte vrij. Het resultaat is een explosie. Het deksel van de melkbus wordt weggeschoten.

Opgaven

107 Wat is de chemische naam van carbid?

____

108 Welk gas ontstaat er als water met carbid reageert?

____

+109 Welke vaste stof ontstaat er als water met carbid reageert?

____

+110 Wat is de moleculeformule van de stoffen die ontstaan als ethyn met zuurstof reageert?

- ☐ A $CO + H_2O$
- ☐ B $CO_2 + H_2$
- ☐ C $CO_2 + H_2O$
- ☐ D $CO_2 + O_2$

Onthouden!

Bij een natuurkundige reactie veranderen de moleculen niet.
Een natuurkundige reactie is daardoor omkeerbaar.
Bijvoorbeeld: water bevriezen of een elastiek uitrekken.
Bij een chemische reactie veranderen stoffen in andere stoffen.
Een chemische reactie is niet omkeerbaar.
Bijvoorbeeld: een ei bakken of aardgas verbranden.
De stoffen aan het begin van de reactie zijn de beginstoffen.
De stoffen na de reactie zijn de reactieproducten.
Bij ontleding ontstaan uit één beginstof verschillende nieuwe stoffen.
Bij verbranding reageren een brandstof en zuurstof snel en met vlammen.
Voor een verbranding zijn drie dingen nodig:

- brandstof;
- zuurstof;
- temperatuur die hoog genoeg is.

Alleen gassen kunnen verbranden.
Om te verbranden moet een vloeistof eerst verdampen.
Om te verbranden moet een vaste stof eerst ontleden.

6 Stoffen en veiligheid

▲ **afbeelding 33**
gevarensymbolen op het etiket van een fles

Sommige stoffen zijn licht ontvlambaar of explosief. Andere stoffen zijn giftig. Veilig omgaan met stoffen kan als je de gevaren kent.

Gevaarlijke stoffen

Er zijn stoffen die al bij een lage temperatuur kunnen branden. Bijvoorbeeld wasbenzine, spiritus en haarlak. Stoffen die gemakkelijk in brand vliegen, zijn **licht ontvlambaar**.
Andere stoffen beschadigen snel je ogen of je huid. Voorbeelden zijn ammoniak, ovenreiniger en gootsteenontstopper. Deze stoffen zijn **irriterend**.

Welke gevaren een stof heeft, kun je zien aan het **pictogram** op het etiket. Een andere naam voor pictogram is **gevarensymbool**.
Ze staan bijvoorbeeld op plastic flessen van schoonmaakmiddelen (afbeelding 33). De veiligheidspictogrammen staan ook in je Binas in tabel 24. In afbeelding 34 zie je pictogrammen die in Nederland worden gebruikt.

pictogram	betekenis	uitleg
	explosief	Kan door een schok, wrijving of een vonk ontploffen.
	ontvlambaar	Kan gemakkelijk in brand vliegen. Is vaak een snel verdampende vloeistof.
	giftig	Kan mensen ernstig ziek maken of zelfs dodelijk zijn bij inslikken, inademen of aanraken.
	irriterend, schadelijk	Kan de huid en slijmvliezen irriteren of beschadigen bij inslikken, inademen of aanraken.
	corrosief (bijtend)	Kan andere stoffen en de huid aantasten, kan huidontsteking en oogbeschadigingen veroorzaken.
	gevaar voor het milieu	Kan direct of na verloop van tijd schadelijk zijn voor het milieu.
	niet mengen	Niet met een andere stof samenvoegen, omdat er dan gevaarlijke gassen vrijkomen.

▲ **afbeelding 34**
pictogrammen voor gevaren op etiketten

Veilig werken met stoffen

Thuis of op school werk je soms met gevaarlijke of irriterende stoffen. In een scheikundelokaal staan vaak allerlei potten en flessen. Soms zitten daar gevaarlijke stoffen in. Op het etiket kun je zien welk gevaar de stof heeft.

Werk je met een gevaarlijke stof, dan is het slim om **plastic handschoenen** te gebruiken. Hiermee voorkom je dat je de stoffen op je huid krijgt. Zet ook een **veiligheidsbril** op als je met gevaarlijke stoffen werkt. Zo zorg je ervoor dat ze niet in je ogen kunnen komen. Met een schort of **labjas** bescherm je je kleren.

Zelfs als je heel voorzichtig bent, kan er iets misgaan. Dan gebruik je de **gifwijzer** (afbeelding 35). Hierop staat voor iedere schadelijke stof wat je kunt doen. De gifwijzer kun je krijgen bij de apotheek. Hij staat ook online. De belangrijkste regel is: bel altijd eerst de huisarts.

◀ **afbeelding 35**
stukje van de gifwijzer

Opgaven

111 Op een pak vuurwerk staat het pictogram van afbeelding 36.
Wat is de betekenis van dit pictogram?
- ☐ A bijtend (corrosief)
- ☐ B explosief
- ☐ C giftig
- ☐ D schadelijk (irriterend)

▲ **afbeelding 36**
een waarschuwingspictogram

112 Wat betekent het als een stof irriterend is?
- ☐ A Dat die stof alleen gevaarlijk is als je hem aanraakt.
- ☐ B Dat die stof alleen gevaarlijk is als je hem inademt.
- ☐ C Dat die stof alleen gevaarlijk is als je hem inslikt.
- ☐ D Dat die stof gevaarlijk is als je hem aanraakt, inademt of inslikt.

113 Schrijf drie stoffen op die licht ontvlambaar zijn.

___

114 Nitroglycerine is een vloeistof die ontploft als je schudt met de fles waar ze in zit.
Welk gevarensymbool moet zeker op de fles staan?
- ☐ A explosief
- ☐ B niet mengen
- ☐ C ontvlambaar
- ☐ D schadelijk

115 Waarom moet je bij veel proeven een veiligheidsbril en een labjas dragen?

____

116 Wanneer moet je ook plastic handschoenen dragen?

____

____

117 Wat doe je als eerste als iemand een giftige stof heeft gedronken?

____

118 **a** Teken in het vierkant van afbeelding 37 het pictogram voor (nood)uitgang. Gebruik tabel 24 van je Binas.
b Welke kleur hebben reddingspictogrammen?

____

▲ **afbeelding 37**
Teken hier het pictogram voor (nood)uitgang.

▶ **afbeelding 38**
etiket op een fles ammonia

Gebruik voor vraag 119 tot en met 122 afbeelding 38.

119 Hoeveel liter ammonia zit er in deze fles?

____

120 Waarom staat er dik gedrukt op het etiket OUDERS PAS OP!?

____

____

____

121 Waar wordt ammonia in het huishouden voor gebruikt?

____

____

+122 Je gaat oude verflagen ontvetten met ammonia.
Je doet één kopje ammonia in een emmer.
Hoeveel kopjes water doe je daarna in de emmer?

- ☐ A één kopje water
- ☐ B tien kopjes water
- ☐ C twintig kopjes water
- ☐ D vijftig kopjes water

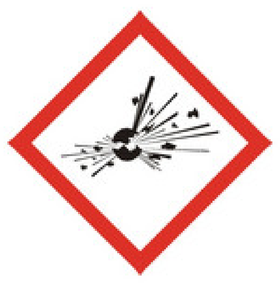
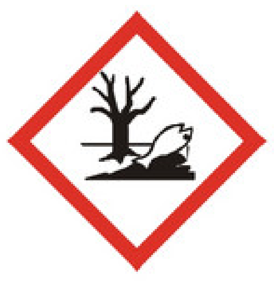
▲ **afbeelding 39**
een pictogram voor brandpreventie

123 Wat betekent het pictogram van afbeelding 39?

____

Onthouden!

De gevaren van een stof staan met een gevarensymbool op het etiket.
De belangrijkste gevarensymbolen zijn:

	explosief		corrosief (bijtend)
	ontvlambaar		gevaar voor het milieu
	giftig		niet mengen
	irriterend, schadelijk		

Veilig werken met stoffen? Gebruik:
- plastic handschoenen;
- veiligheidsbril;
- schort of labjas.

In de gifwijzer staat wat je kunt doen bij een ongeluk met een gevaarlijke stof.
Bel altijd eerst de huisarts.

7 Examen doen

Examenvraag 1

examen 2012, eerste tijdvak

Een kleurrijke versnapering

▲ afbeelding 40

De stoffen in het glas van afbeelding 40 mengen niet.

2p → Geef in tabel 12 de cijfers aan waar elke stof zich bevindt.

▼ tabel 12

stof	plaats in het glas
appelsap	
muntsiroop	
slagroom	
vloeibare honing	

Examenvraag 2

examen 2013, eerste tijdvak

Graniet

Peter en Anneke hebben een nieuwe keuken gekocht (afbeelding 41). Het aanrechtblad is van graniet gemaakt. Het granieten blad heeft een aantal eigenschappen. Je hebt eigenschappen die te maken hebben met de stof en eigenschappen die te maken hebben met het voorwerp.

▲ afbeelding 41

3p → Zet in tabel 13 achter elke grootheid een kruisje in de juiste kolom.

▼ tabel 13

grootheid	stofeigenschap	voorwerpseigenschap
massa		
oppervlakte		
dichtheid		
temperatuur		
warmtegeleiding		

Examenvraag 3

examen 2013, eerste tijdvak

Graniet

Het blad heeft een oppervlak van 3,8 m^2 en een volume van 0,14 m^3.
Graniet heeft een dichtheid van 2700 kg/m^2.
De massa van een voorwerp bereken je met de volgende woordformule:
massa = dichtheid × volume

2p → Bereken de massa van dit aanrechtblad.

Antwoorden

Examenvraag 1

De stoffen mengen niet, dat wil zeggen dat de zwaarste stof naar beneden zakt en de lichtste stof blijft drijven. Dus de stof met de grootste dichtheid zit onderaan. Dat is de honing (dichtheid 1,360 g/cm^3). Daarop komt de muntsiroop (dichtheid 1,280 g/cm^3). Daarop komt de appelsap (dichtheid 1,050 g/cm^3) en helemaal bovenop de slagroom (dichtheid 1,012 g/cm^3). De tabel moet je dus zo invullen:

stof	plaats in het glas
appelsap	2
muntsiroop	3
slagroom	1
vloeibare honing	4

Examenvraag 2

Een groot aanrechtblad heeft meer massa dan een klein aanrechtblad. Massa hangt dus af van het voorwerp en is dus een voorwerpseigenschap. Dat geldt ook voor de oppervlakte.
De dichtheid van graniet is 2700 kg/m^3 (= 2,70 g/cm^3 die je vindt in Binas tabel 13). Of het aanrechtblad groot of klein is, de dichtheid blijft 2700 kg/m^3. Dit is dus een stofeigenschap.
Als de temperatuur verandert, wordt ook het aanrechtblad warmer of kouder. Dat heeft niets met het graniet zelf te maken. Maar de geleiding van warmte hangt wel af van de stof, dus van het graniet. Warmtegeleiding is dus een stofeigenschap. De tabel moet zo worden ingevuld:

grootheid	stofeigenschap	voorwerpseigenschap
massa		X
oppervlakte		X
dichtheid	X	
temperatuur		X
warmtegeleiding	X	

Examenvraag 3

Je moet de massa van het aanrechtblad uitrekenen met de formule:
massa = dichtheid × volume
Je vult de gegevens in de formule in:
massa = 2700 kg/m^3 × 0,14 m^3
massa = 378 kg

Opgaven

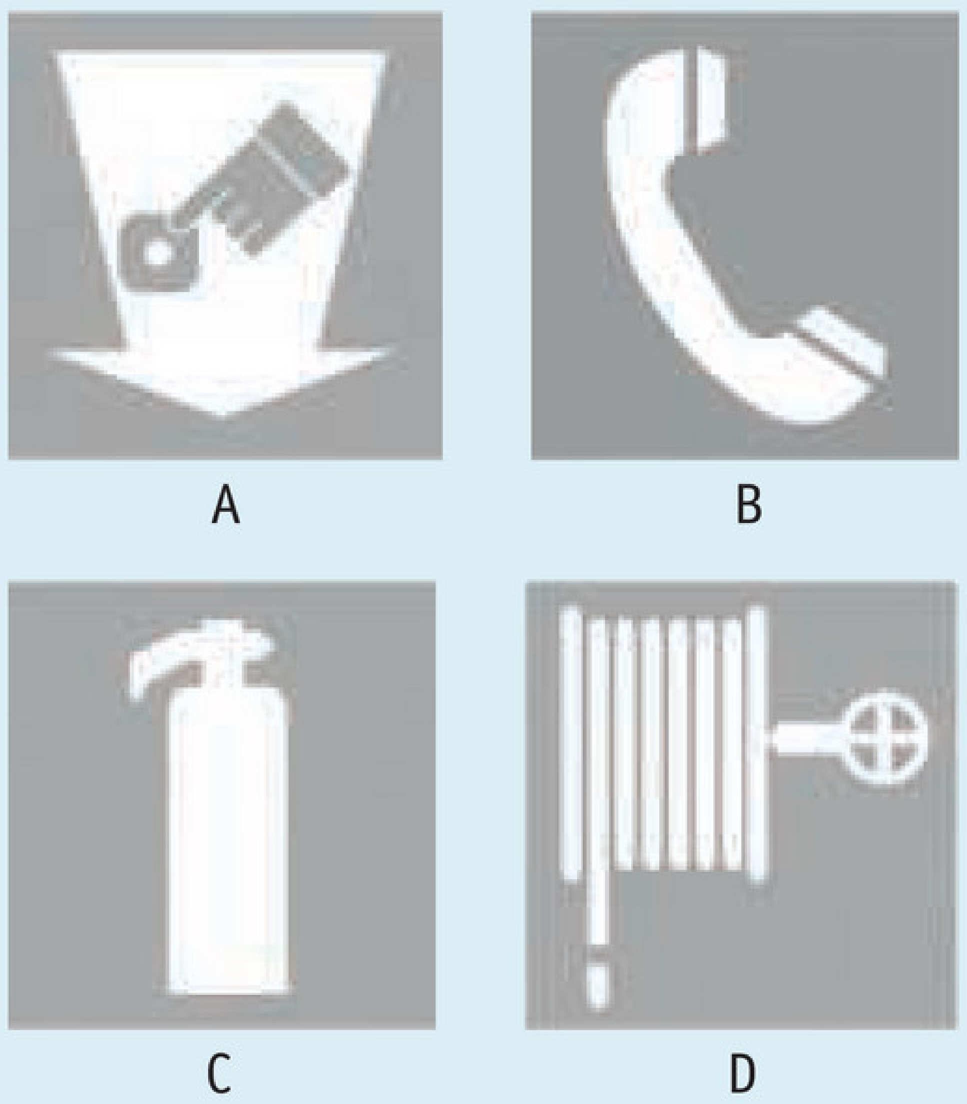
Maak gebruik van je Binas.

examen 2015, eerste tijdvak

Veiligheidsvoorzieningen

124 Op de deur van afbeelding 42 hoort een veiligheidspictogram te staan.

▲ afbeelding 42



▲ afbeelding 43

1p → Welk pictogram is juist?
- ☐ A pictogram A
- ☐ B pictogram B
- ☐ C pictogram C
- ☐ D pictogram D

naar: examen 2012, eerste tijdvak

Een vuilniswagen

125 Het afval wordt meestal opgehaald met vuilniswagens die rijden op diesel. In sommige gemeenten is men overgegaan op het gebruik van elektrische vuilniswagens. In andere gemeenten gebruikt men liever vuilniswagens die op biodiesel (diesel gemaakt van planten) rijden.

2p → Welk van de genoemde vuilniswagens produceert de minste afvalstoffen? Leg je antwoord uit.

____

____

examen 2012, eerste tijdvak

Een kleurrijke versnapering

126 Een lepel weegt 13,5 gram. Het volume van de lepel is 5,0 cm^3. De dichtheid van een voorwerp bereken je met de volgende woordformule:
dichtheid = massa : volume

3p → Bepaal van welk materiaal de lepel is gemaakt. Bereken hiervoor eerst de dichtheid van de lepel.

examen 2011, eerste tijdvak

Afvalscheiding

127 Het is de moeite waard om kunststof afval gescheiden in te zamelen. Veel gemeenten doen dit al enige tijd. In tabel 14 zie je het percentage kunststof dat gescheiden wordt opgehaald.

▼ tabel 14

jaar	percentage kunststof
2006	15
2007	19
2008	24
2009	31
2010	40

3p → Teken in het diagram van afbeelding 44 de grafiek van deze tabel.

▲ afbeelding 44

examen 2011, eerste tijdvak

Autotest

▲ afbeelding 45

Hybride auto's combineren een brandstofmotor met een elektromotor. Daardoor gaat het brandstofverbruik en de CO_2-uitstoot omlaag. Van deze hybride auto is het volgende bekend, zie tabel 15.

▼ tabel 15

brandstof	benzine
transmissie	automaat
CO_2-uitstoot	92 g/km
gemiddeld gebruik	4,0 L / 100 km
energielabel	A

128 Het energielabel A wordt toegekend op basis van een aantal eigenschappen van de auto. Eén ervan is de CO_2-uitstoot. CO_2 is niet goed voor ons milieu.

1p → Waarom is CO_2 niet goed voor het milieu?

- ☐ A CO_2 is een giftige stof.
- ☐ B CO_2 veroorzaakt luchtverontreiniging.
- ☐ C CO_2 veroorzaakt opwarming van de aarde.

examen 2010, eerste tijdvak

Boorhamer

129 Werknemers zijn verplicht op een bouwplaats gehoorbeschermers te dragen. Dit staat op een bord bij de bouwplaats aangegeven met een pictogram (afbeelding 46).

1p → Welk pictogram wordt hier bedoeld?

- ☐ A pictogram A
- ☐ B pictogram B
- ☐ C pictogram C
- ☐ D pictogram D

▲ afbeelding 46

8 Test jezelf

Maak gebruik van je Binas.

Waar / niet waar-vragen

Bewering	waar	niet waar
1 Zwaveldioxide zorgt voor een versterkt broeikaseffect.		
2 Grondstoffen komen uit de natuur.		
3 Duurzame energiebronnen raken snel op.		
4 Moleculen hebben minder ruimte nodig als ze warm worden.		
5 Ieder materiaal heeft andere eigenschappen en toepassingen.		
6 Gft-afval is klein chemisch afval.		
7 Het kookpunt is een stofeigenschap.		
8 Afval gescheiden inleveren noem je recyclen.		
9 Bij een gas zijn de moleculen vrij van elkaar.		
10 Wordt een stof warmer, dan wordt het volume van de stof kleiner.		
11 Smelten is de fase-overgang van vloeistof naar vast.		
12 De bouwstenen van stoffen zijn de moleculen.		
13 Bij een chemische reactie veranderen de moleculen.		
14 Voor verbranding is stikstof nodig.		
15 Om te verbranden moet een vloeistof eerst verdampen.		
16 Een explosieve stof kan alleen door een vlam ontploffen.		
17 Een voordeel van recyclen is dat we minder grondstoffen gebruiken.		
18 In de gifwijzer staat wat je kunt doen bij een ongeluk met een gevaarlijke stof.		
19 De dichtheid van een stof is de massa van 1 cm^3 van die stof.		
20 Bij een ontledingsreactie ontstaan verschillende stoffen uit één beginstof.		

Examenvragen

1 Met een schietlood kan Bart zien of een muurtje goed verticaal staat (afbeelding 47). Bart wil weten van welk materiaal het schietlood gemaakt is. Hij gaat het volume bepalen en de massa meten om de dichtheid te kunnen berekenen.

▲ afbeelding 47

Bart bepaalt het volume van het schietlood met een maatglas (afbeelding 48).

▲ afbeelding 48

3p → Wat moet Bart doen om het volume van het schietlood te bepalen?

Examen 2010, eerste tijdvak

2 Bart heeft het volume gemeten en vindt 30,5 cm^3.
Hij weegt het schietlood op een keukenweegschaal (afbeelding 49).

3p → Bepaal van welk materiaal het schietlood is gemaakt door eerst de dichtheid te berekenen.

▲ afbeelding 49

Examen 2010, eerste tijdvak

3 Het Vostokstation is een Russisch poolstation in het Zuidpoolgebied. Hier werd in 1983 de laagste temperatuur op aarde waargenomen: –89,2 °C (183,8 K).

1p → Welke vloeistof is bij deze temperatuur vast en welke vloeibaar? Zet een kruisje op de juiste plaats in tabel 16.

▼ **tabel 16**

vloeistof	vast	vloeibaar
alcohol		
benzine		
ether		
kwik		
petroleum		

Examen 2010, eerste tijdvak

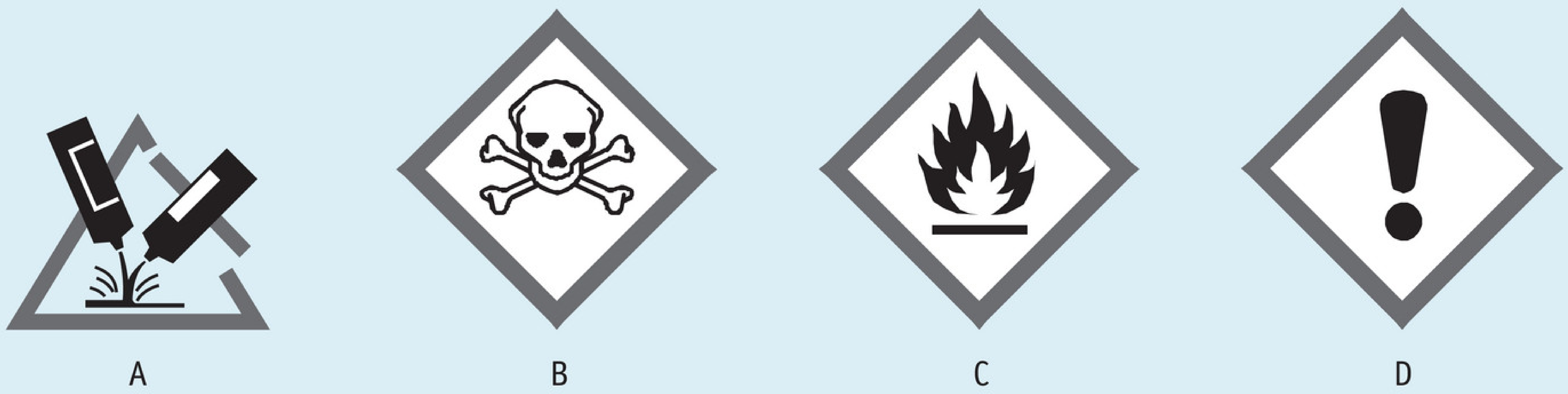
4 In een voorraadkast staan verschillende stoffen. Een pictogram op een fles geeft de eigenschappen van stoffen aan (afbeelding 50).

▲ **afbeelding 50**

1p → De stoffen in de donkere flessen zijn giftig.
Welk pictogram moet dan op deze flessen zijn aangebracht (afbeelding 51)?

- ☐ A pictogram A
- ☐ B pictogram B
- ☐ C pictogram C
- ☐ D pictogram D

Naar: Examen 2012, eerste tijdvak



▲ **afbeelding 51**

5 Je moet jezelf beschermen als je met een giftige stof werkt.
1p → Noteer zo'n beschermingsmiddel.

Examen 2012, eerste tijdvak

6 Wetenschappers voorspellen dat door de opwarming van de aarde veel ijs zal gaan smelten (afbeelding 52).
1p → In welke fase(n) komt water voor op deze afbeelding?
☐ A gas, vast, vloeibaar
☐ B vast, vloeibaar
☐ C vloeibaar
Examen 2013, eerste tijdvak

▲ afbeelding 52

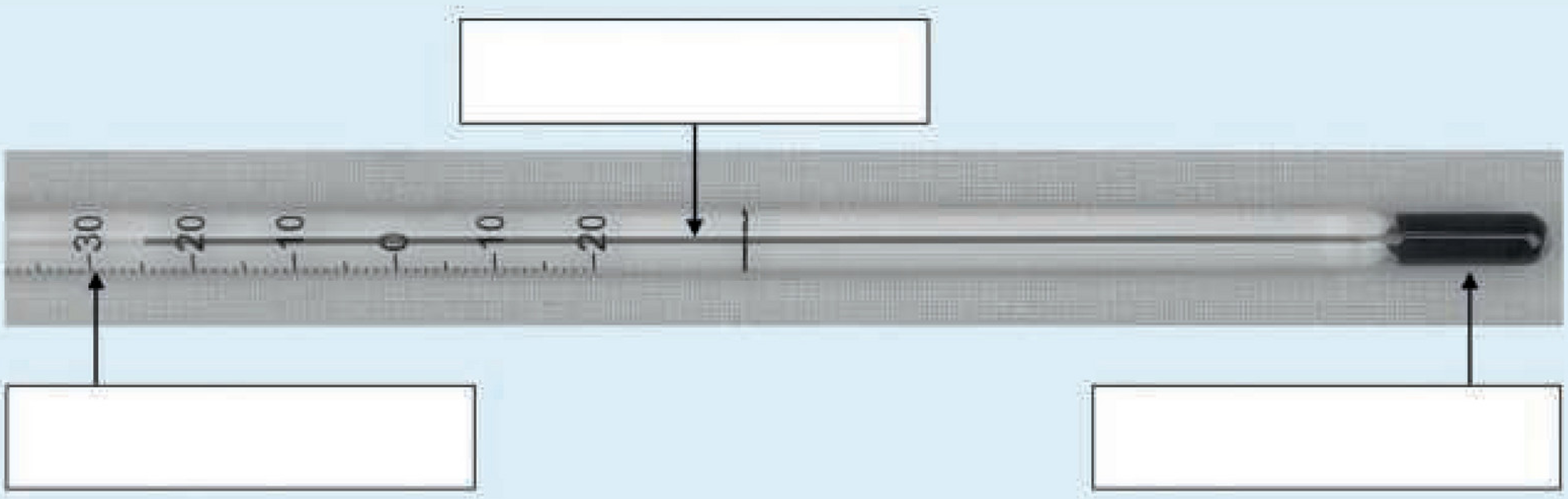
7 Kijk weer naar afbeelding 52.
1p → Wat gebeurt er met de dichtheid als ijs smelt?
☐ A De dichtheid neemt toe.
☐ B De dichtheid blijft gelijk.
☐ C De dichtheid neemt af.
Examen 2013, eerste tijdvak

8 Carbidschieten is een populaire gebeurtenis op oudejaarsdag (afbeelding 53).
Een melkbus ligt schuin op een balk. De opening is afgesloten met een voetbal. In de melkbus wordt carbid gedaan. Daarop wordt water gegoten. Het gas dat daarbij ontstaat, wordt ontstoken waarna de voetbal van de melkbus wegschiet.
1p → Dit is:
☐ A een chemische reactie.
☐ B een natuurkundig verschijnsel.
☐ C geen reactie of verschijnsel.
Examen 2013, eerste tijdvak

▲ afbeelding 53

9 Karin en Suzanne verwarmen met een brander een bekerglas met water totdat het kookt (afbeelding 54).
Om de temperatuur te meten gebruiken ze een thermometer. Je ziet in afbeelding 55 een thermometer met drie vakjes.
2p → Zet in twee van de drie vakjes de juiste naam van het onderdeel.
Kies uit: *stijgbuis* – *schaalverdeling*.

▲ afbeelding 54



▲ afbeelding 55
examen 2014, eerste tijdvak

10 Karin houdt een koud horlogeglas boven het kokende water. Ze ziet condens ontstaan.
1p → Welke faseverandering hoort er bij het ontstaan van condens?
- ☐ A van vast naar vloeibaar
- ☐ B van vloeibaar naar gas
- ☐ C van gas naar vloeibaar
- ☐ D van gas naar vast

Examen 2014, eerste tijdvak

8 Verkeer en veiligheid

Inhoud

Startvraag

Schrijf vijf manieren op om het verkeer veiliger te maken.

____

____

____

____

____

1 Krachten op voertuigen

▲ **afbeelding 1**
De zwaartekracht is hier de aandrijfkracht op het skateboard.

Zonder krachten zou een auto geen centimeter bewegen. Ook je fiets beweegt alleen als je kracht uitoefent op de trappers. In het verkeer spelen krachten een grote rol.

Aandrijfkracht

In het verkeer zie je auto's, vrachtwagens, motoren, scooters en fietsen. Dit zijn allemaal **voertuigen**. Soms zie je nog een paardenkar of een tractor. In grote steden rijden trams. Ook een kar, een tractor en een tram zijn voertuigen.

Alle voertuigen bewegen door een kracht. Een auto rijdt door de kracht van de motor. Een fiets gaat vooruit door je spierkracht op de trappers. Een kar beweegt door de trekkracht van het paard. Een skateboard rolt van een helling naar beneden door de zwaartekracht (afbeelding 1).

De kracht waardoor een voertuig beweegt, noem je de **aandrijfkracht** of **stuwkracht**. De aandrijfkracht op voertuigen is een meewerkende kracht. Bijvoorbeeld: je fietst een helling af en je hebt wind mee. Dan werken op de fiets drie aandrijfkrachten: jouw spierkracht, de windkracht en de zwaartekracht.

Tegenwerkende krachten

In het verkeer heb je ook tegenwerkende krachten. Een **tegenwerkende kracht** zorgt ervoor dat de beweging langzamer wordt of stopt. Er werken verschillende tegenwerkende krachten op een voertuig:
- de remkracht;
- de luchtwrijving;
- de rolwrijving;
- de zwaartekracht (als het voertuig een helling op rijdt).

Door **remkracht** kun je stoppen. Remkracht maakt de beweging van een voertuig langzamer.

De **luchtwrijving** of **luchtweerstand** is de wrijvingskracht tussen het voertuig en de lucht. Als een voertuig sneller gaat rijden, wordt de luchtwrijving groter. Ook als je wind tegen hebt, is de luchtwrijving groter. Luchtwrijving maakt de beweging langzamer.

▲ afbeelding 2
weinig luchtwrijving en weinig rolwrijving

Rolwrijving is een wrijvingskracht tussen de banden en de weg. Door rolwrijving wordt de beweging langzamer. Hoe meer rolwrijving, hoe meer kracht het kost om vooruit te komen.

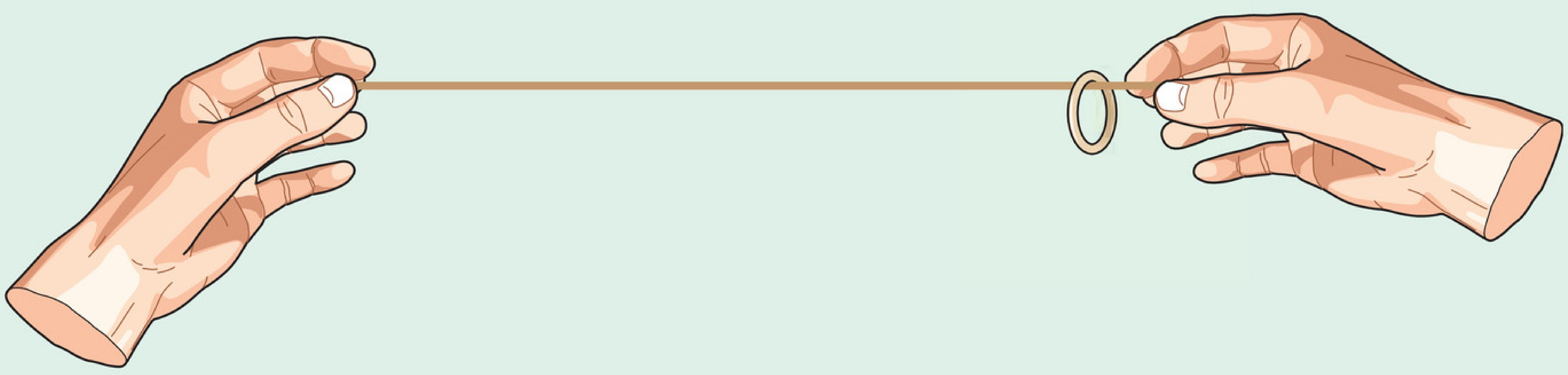
De **zwaartekracht** kan een tegenwerkende of een meewerkende kracht zijn. Voor een voertuig dat een helling af rijdt, is de zwaartekracht een meewerkende kracht. Rijdt het voertuig tegen een helling op, dan is de zwaartekracht een tegenwerkende kracht.

Om sneller te bewegen moeten de tegenwerkende krachten zo klein mogelijk zijn. Zachte, brede banden geven op een gladde asfaltweg meer rolwrijving dan harde, smalle banden. Wielrenners rijden daarom op harde, smalle banden. De rolwrijving is dan zo klein mogelijk. Een wielrenner maakt ook de luchtwrijving zo klein mogelijk. Dat doet hij door diep voorovergebogen op de fiets te zitten (afbeelding 2).

Proef 1 Tegenwerkende krachten

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 stukje (vlieger)touw 1 m
- ☐ 1 (gordijn)ring
- ☐ 1 paperclip
- ☐ 1 vel papier A4

Uitvoering
- Doe het touw door de ring.
- Houd het touw aan beide einden vast (afbeelding 3).
- Houd het touw tijdens de proef strak.



▲ afbeelding 3
Houd het touw strak.

- Ga met je rechterhand omhoog tot de ring gaat schuiven.

1 De ring beweegt OMHOOG / OMLAAG.

2 Wat is de aandrijfkracht waardoor de ring beweegt?
- ☐ A spierkracht
- ☐ B spankracht
- ☐ C zwaartekracht

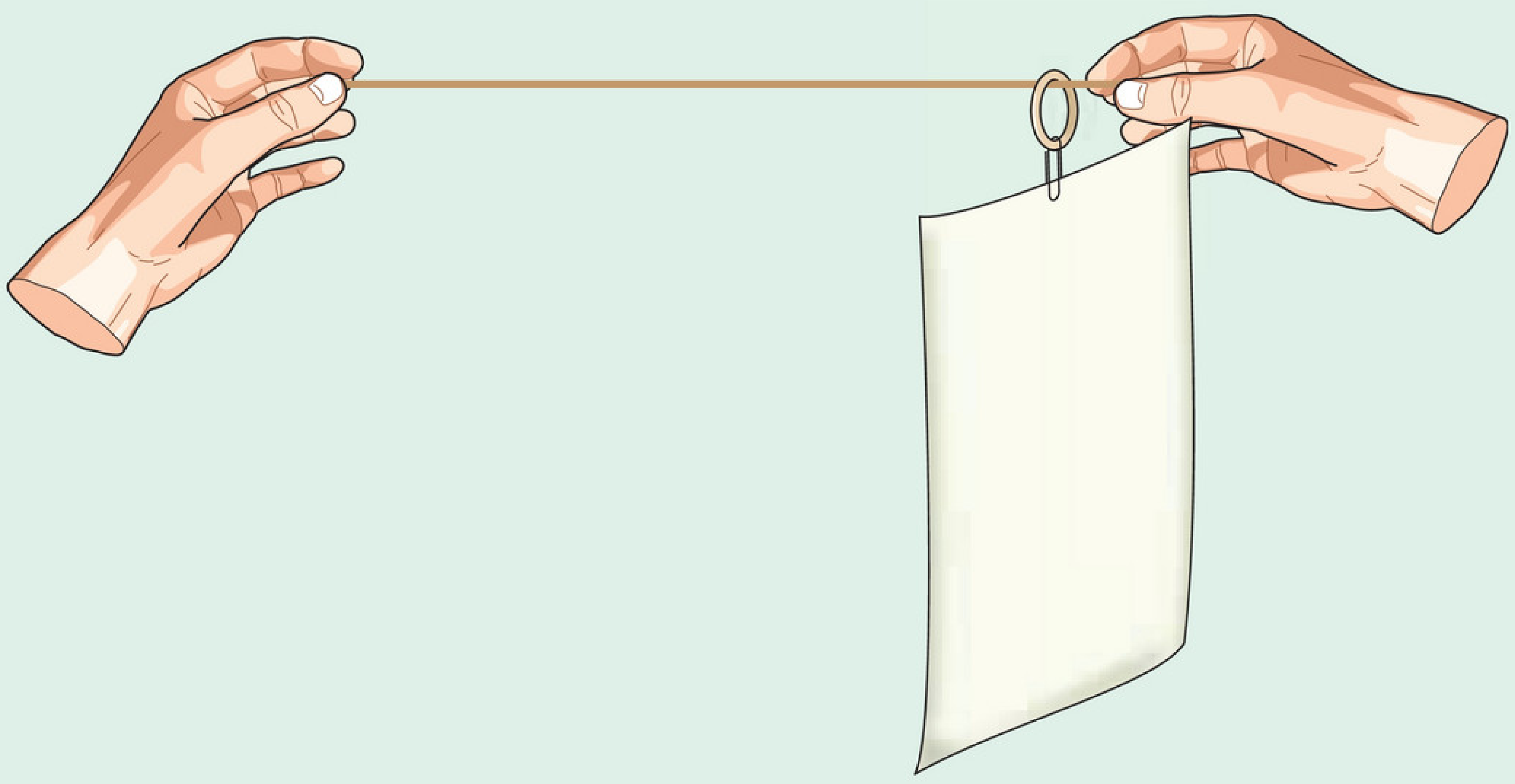
- Beweeg je rechterhand omlaag zodat de ring terug gaat bewegen.
- Laat de ring zo een paar keer heen en weer gaan.
- Probeer de ring heel langzaam te laten schuiven.
- Houd het touw weer schuin, maar zorg ervoor dat de ring net niet beweegt.

3 Welke tegenwerkende kracht zorgt ervoor dat de ring net niet beweegt?
☐ A luchtweerstand
☐ B wrijving
☐ C zwaartekracht

4 Welke kracht is de grootste kracht als de ring beweegt?
☐ A spierkracht
☐ B wrijving
☐ C zwaartekracht

▲ **afbeelding 4**
ring met paperclip

- Doe de paperclip door de ring (afbeelding 4).
- Schuif het papier aan de paperclip.
- Houd het touw nu weer aan beide einden vast (afbeelding 5).



▲ **afbeelding 5**
ring met paperclip en papier

- Verander de stand van je handen zodat de ring met het papier langzaam gaat bewegen.
- Laat de ring met het papier een paar keer heen en weer gaan over het touw.
- Haal het papier van de paperclip.
- Laat de ring zonder het papier een paar keer heen en weer gaan over het touw.

5 Met het papier eraan beweegt de ring MOEILIJKER/ GEMAKKELIJKER.

6 De zwaartekracht van het vel is een MEEWERKENDE / TEGENWERKENDE kracht.

7 De luchtweerstand van het vel is een MEEWERKENDE / TEGENWERKENDE kracht.

8 Welke tegenwerkende krachten zijn er als de ring met het papier beweegt?
☐ A spierkracht en wrijving
☐ B wrijving en luchtweerstand
☐ C zwaartekracht en luchtweerstand
☐ D zwaartekracht en wrijving

- Houd het touw zo schuin, dat de ring met het papier net niet beweegt.

9 Welke krachten werken er op de ring als de ring met het papier net niet beweegt?
- ☐ A luchtweerstand en zwaartekracht
- ☐ B luchtweerstand en wrijving
- ☐ C wrijving en zwaartekracht

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

1 Hoe noem je auto's, vrachtwagens, motoren, scooters en fietsen in het verkeer?

____

2 Hoe noem je de kracht waardoor een voertuig beweegt?

______________ of ______________

3 Schrijf vier voertuigen op die voortbewegen door spierkracht.

- ______________
- ______________
- ______________
- ______________

4 Wanneer is zwaartekracht een aandrijfkracht voor een voertuig?

Zwaartekracht is een aandrijfkracht als een voertuig ______________.

5 Bedenk een situatie waarin drie aandrijfkrachten op je fiets werken.

____

____

6 Schrijf vier tegenwerkende krachten op bij een rijdend voertuig.

- ______________
- ______________
- ______________
- ______________

7 In welke situatie is de luchtweerstand op een voertuig het grootst?
- ☐ A De luchtweerstand is het grootst bij wind mee en kleine snelheid.
- ☐ B De luchtweerstand is het grootst bij wind mee en grote snelheid.
- ☐ C De luchtweerstand is het grootst bij wind tegen en kleine snelheid.
- ☐ D De luchtweerstand is het grootst bij wind tegen en grote snelheid.

8 Welke twee krachten kunnen zowel aandrijfkracht als tegenwerkende kracht zijn?

– ______________________________

– ______________________________

9 Waar kan een tegenwerkende kracht voor zorgen?

Een tegenwerkende kracht zorgt ervoor dat een beweging ______________________________

____

10 Hoe noem je de tegenwerkende kracht tussen de banden van een voertuig en de weg?

____

11 Welke tegenwerkende kracht gebruik je als je gaat stoppen?

____

+12 Wielrenners rijden op harde, smalle banden. Mountainbikes rijden op brede banden, die niet zo hard zijn opgepompt.
Waarom hebben mountainbikes brede banden in plaats van smalle banden?

____

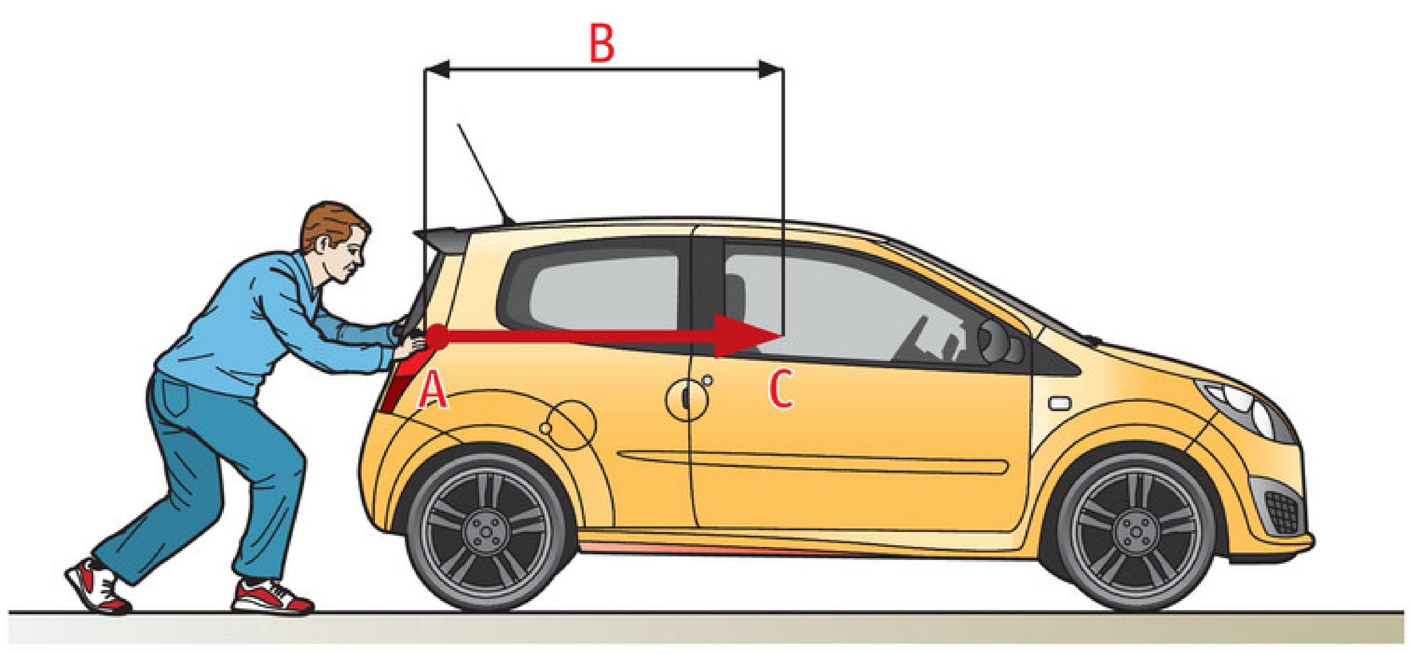
____

____

Krachten tekenen

In een tekening geef je een kracht aan met een pijl (afbeelding 6). Een andere naam voor zo'n krachtenpijl is **vector**. De pijl begint op de plaats waar de kracht werkt. Dit is het **aangrijpingspunt**. Aan de pijlpunt zie je de richting van de kracht. De lengte van de pijl laat zien hoe groot de kracht is.

▶ **afbeelding 6**
Aan de vector zie je het aangrijpingspunt, de richting en de grootte van de kracht.



A aangrijpingspunt
B grootte van de kracht
C richting van de kracht

Om de grootte van de kracht te berekenen, gebruik je een **krachtenschaal**. Een voorbeeld van een krachtenschaal is: 1 cm ≙ 50 N. Dit betekent: 1 centimeter stelt een kracht van 50 newton voor.

Je ziet een vector en je weet de krachtenschaal. Dan kun je de grootte van de kracht berekenen. Daarvoor gebruik je de formule:

kracht = lengte × krachtenschaal

Voorbeeld 1
In afbeelding 6 staat een vector van 2 cm. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 100 N.
Hoe groot is de kracht?

kracht = lengte × krachtenschaal
kracht = 2 × 100 = 200 N

Soms moet je zelf een kracht tekenen. Dan reken je eerst uit hoe lang de pijl moet zijn. Daarvoor gebruik je de formule:

lengte = kracht : krachtenschaal

Voorbeeld 2
Je moet een kracht van 50 N tekenen. De krachtenschaal is 1 ≙ 25 N.
Hoe lang moet je de vector tekenen?

lengte = kracht : krachtenschaal
lengte = 50 : 25 = 2 cm

Nettokracht

Op één voorwerp kunnen meerdere krachten werken. De **nettokracht** is het totaal van alle krachten samen. Een ander woord voor nettokracht is **resultante** of **resulterende kracht**. De nettokracht of resultante kun je uitrekenen.

- Krachten die in dezelfde richting werken, tel je bij elkaar op.
- Krachten die in tegengestelde richting werken, trek je van elkaar af.

Opgaven

13 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *aangrijpingspunt – groot – kracht – lengte – plaats – richting – vector.*

In een tekening geef je een ______________________ aan met een pijl.

Een andere naam voor zo'n pijl is ______________________. De pijl begint

op de ____waar de kracht werkt.

Dit is het ______________________. Aan de pijlpunt zie je de

______________________ van de kracht. Met de ______________________

van de pijl kun je laten zien hoe ______________________ de kracht is.

14 Welke formule gebruik je om de grootte van de kracht te berekenen?

____

15 Wat betekent: 1 cm ≙ 25 N?

____

16 In een tekening is een kracht aangegeven met een vector.
Wat moet je weten om de grootte van de kracht te berekenen?

– ____

– ____

17 Je moet een kracht tekenen.
Welke formule gebruik je om uit te rekenen hoe lang de pijl moet zijn?

____

18 Op een voorwerp werken meerdere krachten.
Welke twee namen zijn er voor het totaal van deze krachten?

– ____

– ____

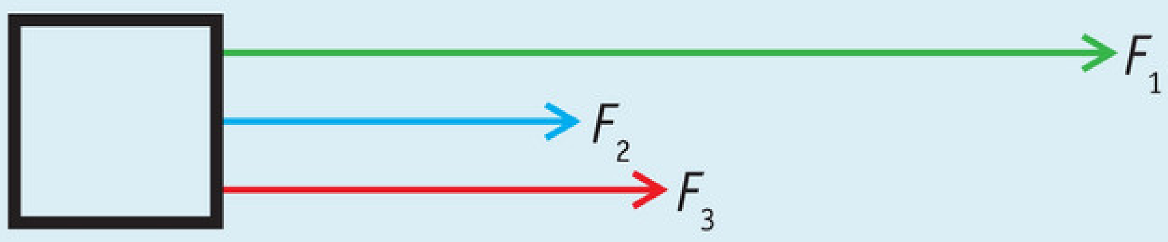
+19 In afbeelding 7 werken drie krachten op een blokje. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 50 N.

a Meet de lengte van de pijlen.

F_1 = _______ cm

F_2 = _______ cm

F_3 = _______ cm



▲ **afbeelding 7**
Drie krachten werken op een blokje.

b Bereken hoe groot de krachten zijn.
Gebruik de formule kracht = lengte × krachtenschaal.

F_1 = ______ × ______ = ________ N

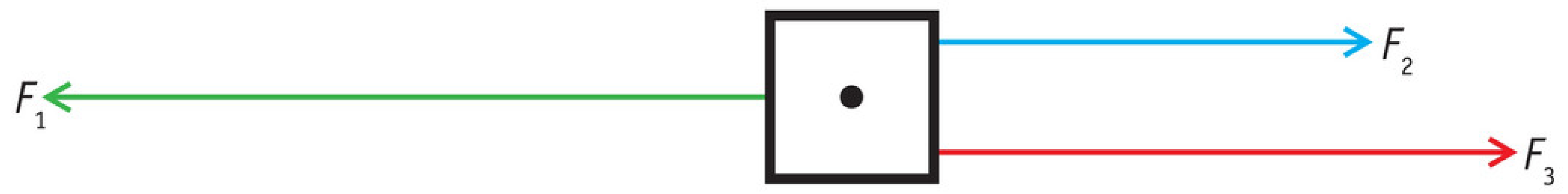
F_2 = ______ × ______ = ________ N

F_3 = ______ × ______ = ________ N

c Bereken de nettokracht op het blokje.

De nettokracht = ________ N + ________ N + ________ N = ________ N

+20 In afbeelding 8 werken drie krachten op een blokje. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 100 N.



▲ **afbeelding 8**
Drie krachten werken op een blokje.

a Meet de lengte van de pijlen.

F_1 = ______________________________

F_2 = ______________________________

F_3 = ______________________________

b Bereken hoe groot de krachten zijn.
Gebruik de formule lengte = kracht × krachtenschaal.

F_1 = ______________________________

F_2 = ______________________________

F_3 = ______________________________

c Hoe groot is de kracht naar rechts in totaal?

De kracht naar rechts = ______________________________

d Laat met een berekening zien dat de nettokracht op het blokje 200 N is.

De nettokracht = ______________________________

____

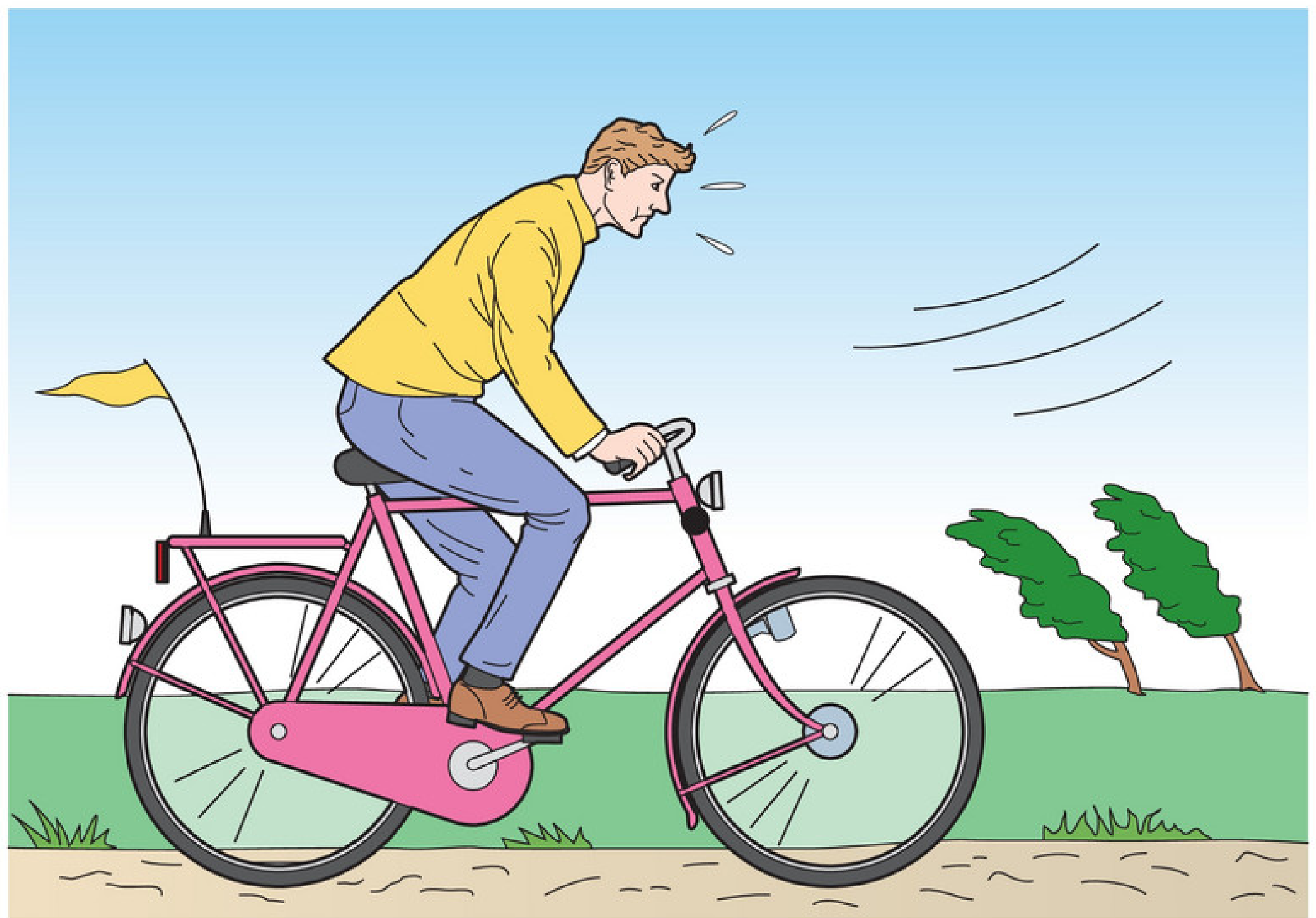
e Teken de nettokracht in afbeelding 8.
Bereken eerst de lengte van de vector.
Gebruik de formule lengte = kracht : krachtenschaal.

lengte = ______________________________

Teken nu de nettokracht. Het aangrijpingspunt is de stip in het midden van het blokje.

21 De trapkracht op de fiets in afbeelding 9 is 250 N. De tegenwind zorgt voor een kracht van 150 N.
Bereken de resultante met de formule:
resultante = aandrijfkracht – luchtwrijving

resultante = ______________________________



▲ **afbeelding 9**
Bij tegenwind moet je extra inspanning leveren.

22 In welke richting werkt de trapkracht?
De trapkracht werkt naar VOREN | ACHTEREN.

23 De trapkracht is een AANDRIJFKRACHT | TEGENWERKENDE KRACHT.

24 In welke richting werkt de luchtwrijving?
- ☐ A in verschillende richtingen
- ☐ B met de rijrichting mee
- ☐ C tegen de rijrichting in

25 De krachtenschaal voor afbeelding 9 is: 1 cm ≙ 100 N.
Laat met een berekening zien dat de lengte van de pijl van de aandrijfkracht 2,5 cm is.
lengte = kracht : krachtenschaal

lengte = ______________________ = ____________ cm

26 Laat met een berekening zien dat de lengte van de pijl van de luchtwrijving 1,5 cm is.

____

____

27 Laat met een berekening zien dat de lengte van de pijl van de resultante 1 cm is.

____

____

28 In welke richting werkt de resultante op de fiets in afbeelding 9?
MET DE RIJRICHTING MEE / TEGEN DE RIJRICHTING IN

29 De zwarte stip onder de lamp van de fiets is het aangrijpingspunt van de krachten.
Teken in afbeelding 9:
a de aandrijfkracht zwart.
b de luchtwrijving blauw.
c de resultante rood.

30 Marc heeft een boot met een buitenboordmotor (afbeelding 10). De motor geeft een stuwkracht van 200 N. Bij het wegvaren geeft het water een weerstand van 150 N.
De krachtenschaal is 1 cm ≙ 50 N.
Bereken de lengte van de pijl van de stuwkracht (schrijf eerst de formule op).

____

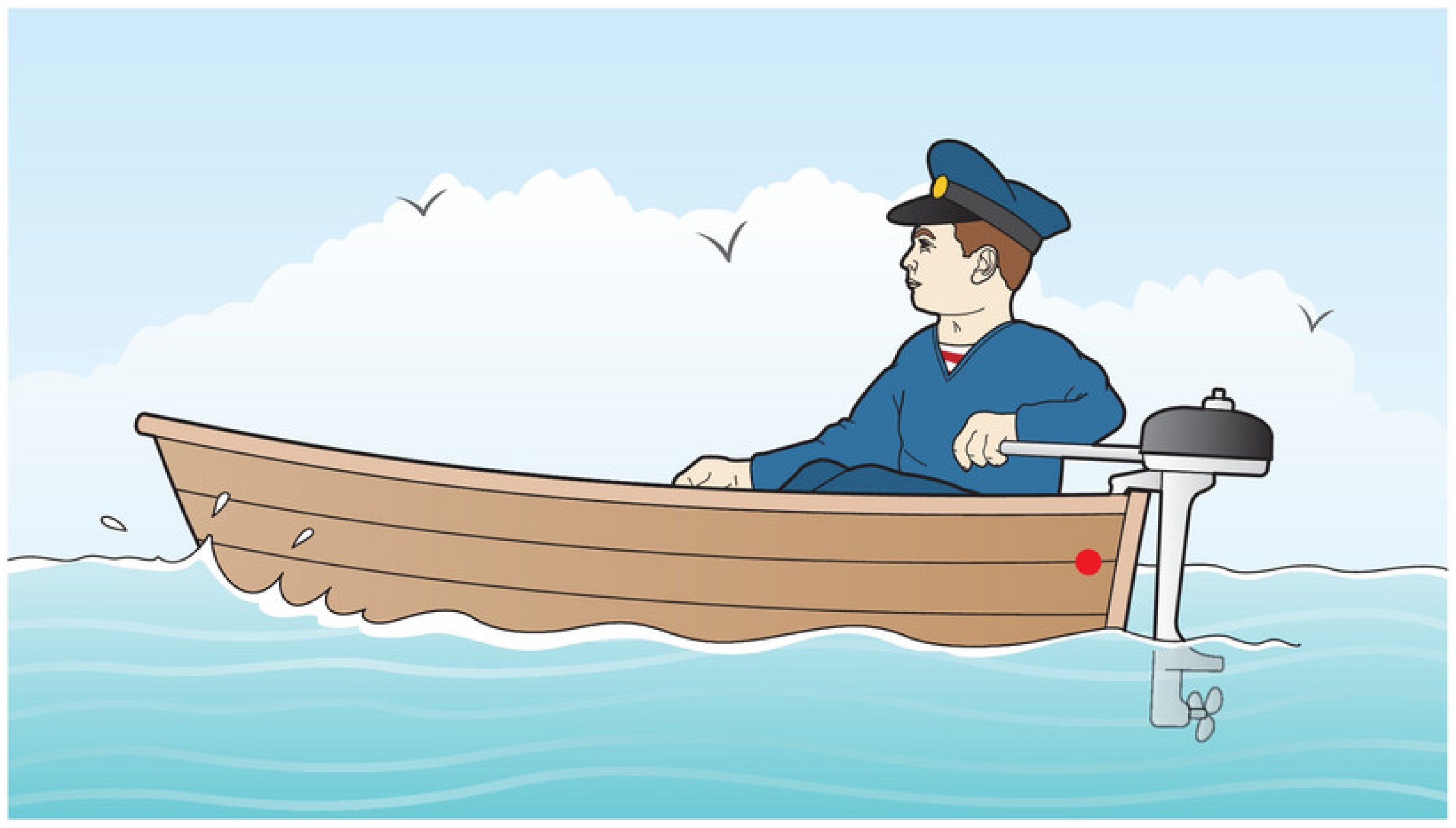
____

31 Bereken de lengte van de pijl van de tegenwerkende kracht van het water.

____

____

32 De rode stip in de boot is het aangrijpingspunt van de krachten.
a Teken de pijl van de stuwkracht in afbeelding 10.
b Teken ook de pijl van de tegenwerkende kracht.



▲ **afbeelding 10**
de boot van Marc

33 Bereken de resultante van de krachten op de boot.

De resultante is ____.

34 a Bereken de lengte van de pijl van de resultante.

____

____

b Teken de resultante in afbeelding 10.

35 Je gaat op de fiets naar school. Je hebt wind mee. Plotseling gaat het harder waaien, maar je blijft even hard trappen.
Wat gebeurt er met de nettokracht in de rijrichting?
- ☐ A De nettokracht in de rijrichting wordt kleiner.
- ☐ B De nettokracht in de rijrichting wordt groter.
- ☐ C De nettokracht in de rijrichting blijft gelijk.

Onthouden!

Voertuigen bewegen door aandrijfkracht (stuwkracht).
De beweging van een voertuig wordt langzamer door tegenwerkende krachten.
Tegenwerkende krachten op voertuigen zijn:
- remkracht;
- luchtwrijving;
- rolwrijving;
- zwaartekracht (bij helling op rijden).

Een kracht teken je als een pijl (vector).
Een vector laat het aangrijpingspunt, de richting en de grootte van een kracht zien.
De krachtenschaal is de afspraak over de lengte van de pijl.
De nettokracht of resultante is het totaal van alle krachten.

2 Beweging en snelheid

Voertuigen die bewegen, hebben een bepaalde snelheid. Die snelheid kan groter of kleiner worden. In het verkeer is een veilige snelheid belangrijk.

Afstand en tijd

Een auto rijdt 3 uur lang op een weg. De auto rijdt met een snelheid van 60 kilometer per uur.
Je kunt uitrekenen hoe ver de auto heeft gereden.
In 1 uur rijdt de auto 60 × 1 = 60 kilometer.
In 3 uur rijdt de auto 60 × 3 = 180 kilometer.
Je gebruikt de formule:

afgelegde weg = snelheid × tijd

Deze formule staat in tabel 7 van je Binas. De afgelegde weg is hetzelfde als de afstand.

Als je de afgelegde weg (afstand) en de snelheid weet, kun je de tijd uitrekenen. Daarvoor gebruik je de formule:

tijd = afstand : snelheid

De eenheid voor snelheid in het verkeer is **kilometer per uur**.
Kilometer per uur kort je af met km/h. De h komt van het Engelse 'hour' (uur).

Voorbeeld 3
Een trein rijdt een afstand van 60 km. De snelheid van de trein is 120 km/h.
Hoelang doet de trein erover?

tijd = afstand : snelheid
tijd = 60 km : 120 km/h
tijd = 0,5 h
De trein doet een half uur over de reis.

Opgaven

36 Welke twee dingen moet je weten om de afgelegde weg te berekenen?

– ______________________________

– ______________________________

37 **a** Welke eenheid voor snelheid wordt in het verkeer gebruikt?

De eenheid voor snelheid in het verkeer is ______________________________.

b Dit kort je af met: ______________________________.

38 Een vliegtuig vliegt 2,5 uur met een snelheid van 1000 km/h.
Welke afstand heeft het vliegtuig afgelegd? Schrijf eerst de formule op.

____

____

____

39 Een boot heeft 300 km gevaren met een snelheid van 25 km/h.
Hoelang heeft de boot hierover gedaan? Schrijf eerst de formule op.

____

____

____

Gemiddelde snelheid

De auto van Jac rijdt niet steeds met dezelfde snelheid. Hij begint langzaam. Dan gaat hij sneller rijden. Bij een stoplicht gaat zijn snelheid omlaag tot nul. Daarom reken je bij verkeer met de **gemiddelde snelheid**. De gemiddelde snelheid is de afstand gedeeld door de tijd die je daarvoor nodig hebt. In een formule:

gemiddelde snelheid = afstand : tijd

Deze formule staat in tabel 7 van je Binas.

Voorbeeld 4
Jac gaat kijken naar een uitwedstrijd van zijn voetbalclub.
De afstand naar het stadion van de tegenpartij is 140 km.
Jac is 2 uur onderweg.
Hoe groot is zijn gemiddelde snelheid?

▲ **afbeelding 11**
Bij de 200 m sprint wordt de tijd gemeten in seconden.

gemiddelde snelheid = afstand : tijd
gemiddelde snelheid = 140 km : 2 h
gemiddelde snelheid = 70 km/h

Bij veel sporten zijn de snelheid en de tijd niet zo groot. Bijvoorbeeld bij hardlopen (afbeelding 11). Een afstand bij hardlopen is de 100 meter. De tijd wordt gemeten in seconden. Dan bereken je de snelheid in **meter per seconde**. Meter per seconde kort je af met m/s.

Voorbeeld 5
Dafne loopt 200 meter in 22 seconden.
Wat is haar gemiddelde snelheid?

gemiddelde snelheid = afstand : tijd
gemiddelde snelheid = 200 m : 22 s
gemiddelde snelheid = 9,1 m/s

Proef 2 Gemiddelde snelheid

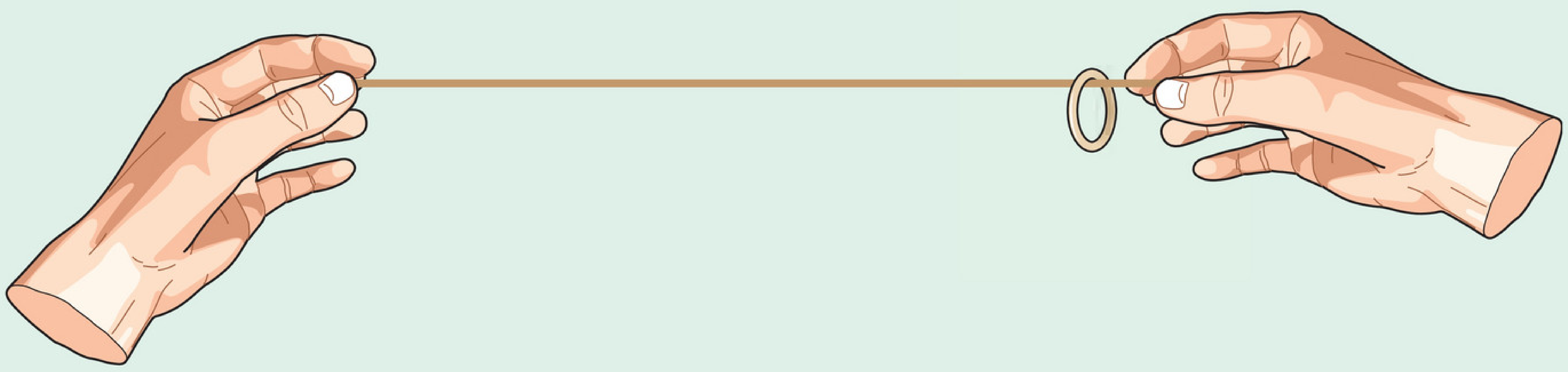
Wat je nodig hebt

- ☐ 1 stukje (vlieger)touw 1 m
- ☐ 1 (gordijn)ring
- ☐ 1 stopklok (stopwatch, horloge of klok met secondewijzer)

Uitvoering

Je doet de proef met zijn tweeën.
A doet de proef.
B zet de klok aan en uit als de ring beneden is.
Daarna doet B de proef en A bedient de klok.

- Doe het touw door de ring.
- Houd het touw aan beide einden vast (afbeelding 12).
- Houd het touw tijdens de proef strak.



▲ **afbeelding 12**
de ring aan het touw

- Ga met je rechterhand omhoog tot de ring langzaam gaat schuiven.
- Stop als de ring onder is.

1 Hoe groot is de afstand die de ring heeft afgelegd?
- ☐ A 0,5 m
- ☐ B 1 m
- ☐ C 2 m

2 De snelheid van de ring was WEL / NIET steeds hetzelfde.

- Houd het touw weer vast zoals in afbeelding 12.
- Beweeg een hand omlaag en de ander omhoog zodat de ring gaat bewegen.
- Zet de stopklok aan op het moment dat de ring gaat bewegen.
- Laat de ring één keer langzaam naar beneden gaan.
- Zet de stopklok uit als de ring beneden is.

3 Wat is de tijd waarin de ring 1 m heeft afgelegd?

__________ s

4 Hoe groot was de gemiddelde snelheid van de ring?

__________ m/s

- Houd het touw weer vast zoals in afbeelding 12.
- Beweeg een hand omlaag en de andere omhoog zodat de ring weer gaat bewegen.
- Zet de stopklok aan op het moment dat de ring gaat bewegen.
- Laat de ring tien keer naar links en tien keer naar rechts bewegen.
- Zet de stopklok uit.

5 Hoeveel seconden duurde de beweging?

__________ s

6 Hoeveel meter heeft de ring in die tijd afgelegd?

__________ m

7 Bereken de gemiddelde snelheid van de ring. Gebruik de formule:
gemiddelde snelheid = afstand : tijd

gemiddelde snelheid = 20 m : __________ s

gemiddelde snelheid = __________ m/s

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

40 a De eenheid voor snelheid bij hardlopen is ______________________________

b Dit kort je af met __________.

41 Jim loopt de honderd meter hardlopen in 12,5 seconden.
Bereken zijn gemiddelde snelheid.
gemiddelde snelheid = afstand : tijd

gemiddelde snelheid = __________ m : __________ s

gemiddelde snelheid = _________ m/s

42 Mijnheer Stijnen rijdt met de auto naar school. Zijn gemiddelde snelheid is 60 km/h.
Hij is precies 0,5 uur onderweg.
Hoe ver woont mijnheer Stijnen van school?

afgelegde weg = ______________________________

afgelegde weg = __________ km/h × __________ uur

afgelegde weg = __________ km

Mijnheer Stijnen woont __________ km van school.

43 Op een andere dag rijdt mijnheer Stijnen 45 minuten als hij naar school gaat.
Hij rijdt altijd over dezelfde weg.
Wat kun je zeggen over zijn gemiddelde snelheid op die dag?

- ☐ A Zijn gemiddelde snelheid is groter dan 60 km/h.
- ☐ B Zijn gemiddelde snelheid is kleiner dan 60 km/h.
- ☐ C Zijn gemiddelde snelheid is precies 60 km/h.

44 Hans rijdt op een drukke dag van Breda naar Amsterdam. Hij is 4 uur onderweg.
De afstand van Breda naar Amsterdam is 100 km.
Hoe groot is de gemiddelde snelheid van Hans? Schrijf eerst de formule op.

____

____

____

45 Abdel gaat met zijn ouders op vakantie. Op de eerste dag zijn ze 10 uur onderweg.
De gemiddelde snelheid waarmee ze rijden is 70 km/h.
Bereken de afstand die Abdel en zijn ouders die dag afleggen.
Schrijf eerst de formule op.

afgelegde weg = ______________________________

____

____

46 Een vliegtuig heeft een gemiddelde snelheid van 800 km/h. Een vliegreis naar Marokko duurt 3 uur.
Hoeveel km is het naar Marokko? Schrijf eerst de formule op.

▲ **afbeelding 13**
inchecken op het vliegveld

47 Een sneltrein rijdt van Leeuwarden naar Den Bosch. De trein doet er 3 uur over. De afstand is 225 km.
Bereken de gemiddelde snelheid van de trein. Schrijf eerst de formule op en denk aan de juiste eenheden.

gemiddelde snelheid = ______

48 Sam reist per trein van Roermond naar Amsterdam. De afstand is 180 km. De trein heeft een gemiddelde snelheid van 90 km/h.
Hoelang duurt de reis van Sam? Schrijf eerst de formule op.

49 De afstand van Eindhoven naar Groningen is 240 km.
Bereken de gemiddelde snelheid van de auto als je 4 uur over deze reis doet.

Snelheid omrekenen

Als je langzaam en met grote stappen loopt, is je snelheid ongeveer 1 m/s.
Hoeveel is dat in km/h?

Reken eerst uit hoeveel meter je aflegt in 1 uur (1 uur = 3600 seconden).

In 1 seconde loop je 1 meter.
In 3600 s loop je 3600 × 1 = 3600 m.

3600 m in een uur = 3,6 km in een uur

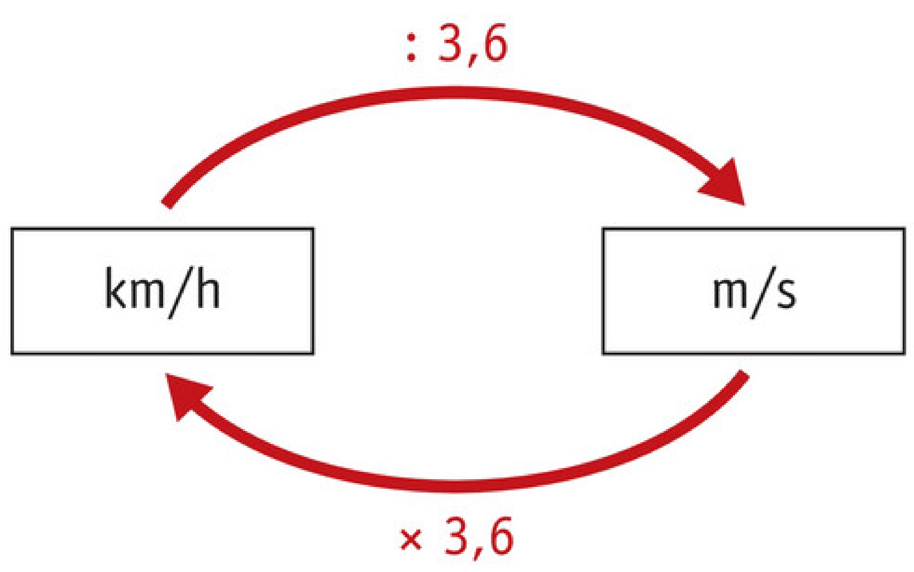
Een snelheid van 1 m/s is hetzelfde als 3,6 km/h.

Bij omrekenen van m/s naar km/h moet je vermenigvuldigen met 3,6.

Bij omrekenen van km/h naar m/s moet je delen door 3,6.

Voorbeeld 6
90 km/h = 90 : 3,6 = 25 m/s

Schema voor snelheid omrekenen



Opgaven

50 Reken de snelheden om van m/s naar km/h. Gebruik je rekenmachine.

5 m/s =	______________	km/h	15 m/s =	______________	km/h
10 m/s =	______________	km/h	3 m/s =	______________	km/h
20 m/s =	______________	km/h	5 m/s =	______________	km/h
4 m/s =	______________	km/h	40 m/s =	______________	km/h
30 m/s =	______________	km/h	36 m/s =	______________	km/h

51 Reken de snelheden om van km/h naar m/s. Gebruik je rekenmachine.
Rond de uitkomst af op één cijfer achter de komma als dat nodig is.

36 km/h =	____________ m/s	50 km/h =	____________ m/s
72 km/h =	____________ m/s	40 km/h =	____________ m/s
54 km/h =	____________ m/s	30 km/h =	____________ m/s
90 km/h =	____________ m/s	80 km/h =	____________ m/s
108 km/h =	____________ m/s	1224 km/h =	____________ m/s

+52 Een auto rijdt een afstand van 300 km en doet daar 3 uur over.
Bereken de gemiddelde snelheid in m/s.

____

____

____

____

Onthouden!

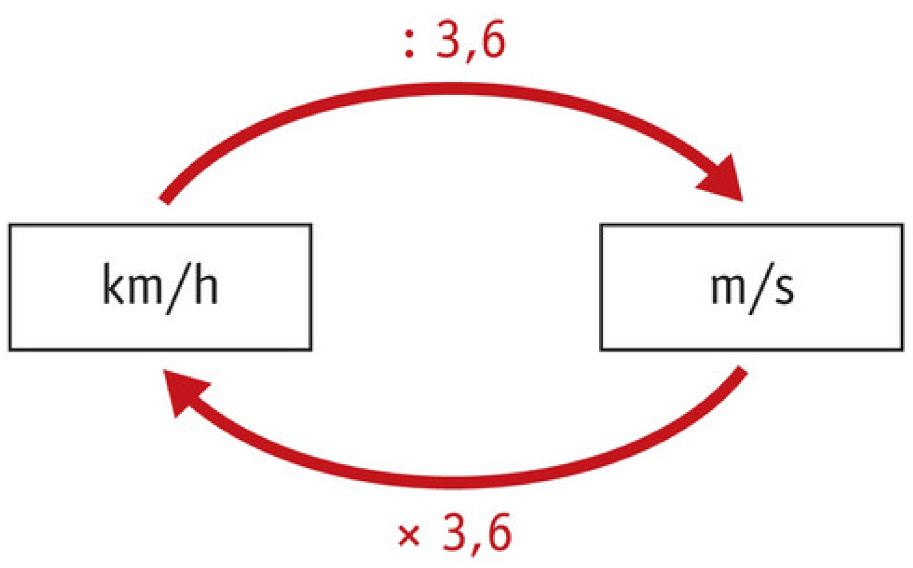
Als je de snelheid en de tijd weet, kun je de afstand uitrekenen.
afstand = snelheid × tijd
Als je de afstand en de snelheid weet, kun je de tijd uitrekenen.
tijd = afstand : snelheid
In het verkeer reken je met de gemiddelde snelheid.
gemiddelde snelheid = afstand : tijd
De eenheden van snelheid zijn:

- kilometer per uur (km/h)
- meter per seconde (m/s)

Met een grafiek kun je de snelheid omzetten van km/h naar m/s, en omgekeerd.
Snelheid kun je omrekenen:

- Van km/h naar m/s moet je delen door 3,6.
- Van m/s naar km/h moet je vermenigvuldigen met 3,6.

In een schema:



3 Versnellen en vertragen

▲ **afbeelding 14**
Glaucio fietst in de sportschool.

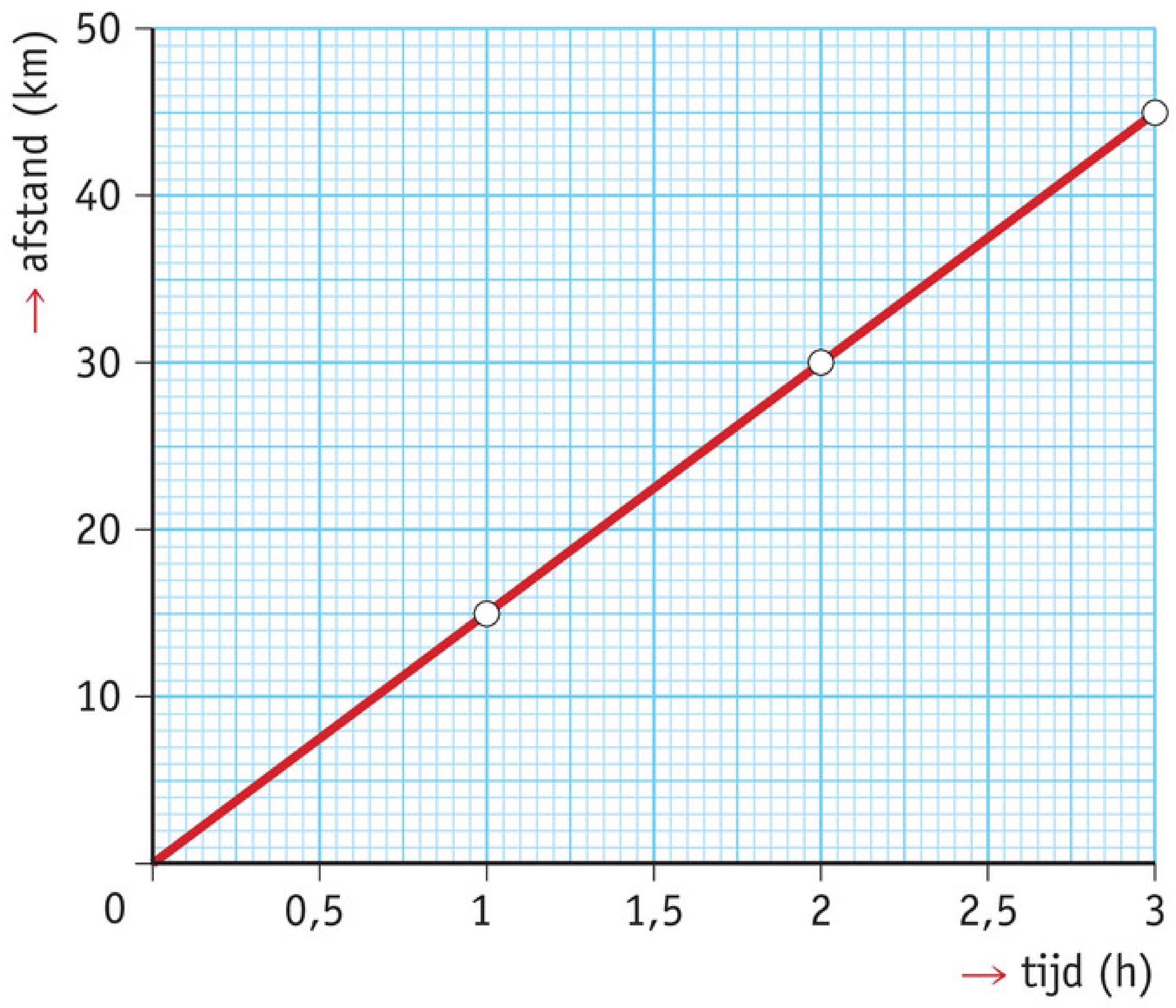
De snelheid van een voertuig in het verkeer blijft niet de hele tijd gelijk. Door krachten kan een voertuig van snelheid veranderen. Bijvoorbeeld door remkracht of aandrijfkracht.

Afstand,tijd-diagram

Glaucio sport op een spinningfiets in de sportschool (afbeelding 14). Hij fietst iedere week drie uur met een snelheid van 15 km/h. Glaucio wil weten hoeveel kilometer hij dan in het echt zou fietsen. Daarvoor maakt hij een **afstand,tijd-diagram** (afbeelding 15).
Op de horizontale as staat de tijd (in uur). Op de verticale as staat de afstand (in km).

▼ **tabel 1** de fietstraining van Glaucio

tijd (in h)	afstand (in km)
1	15
2	30
3	45



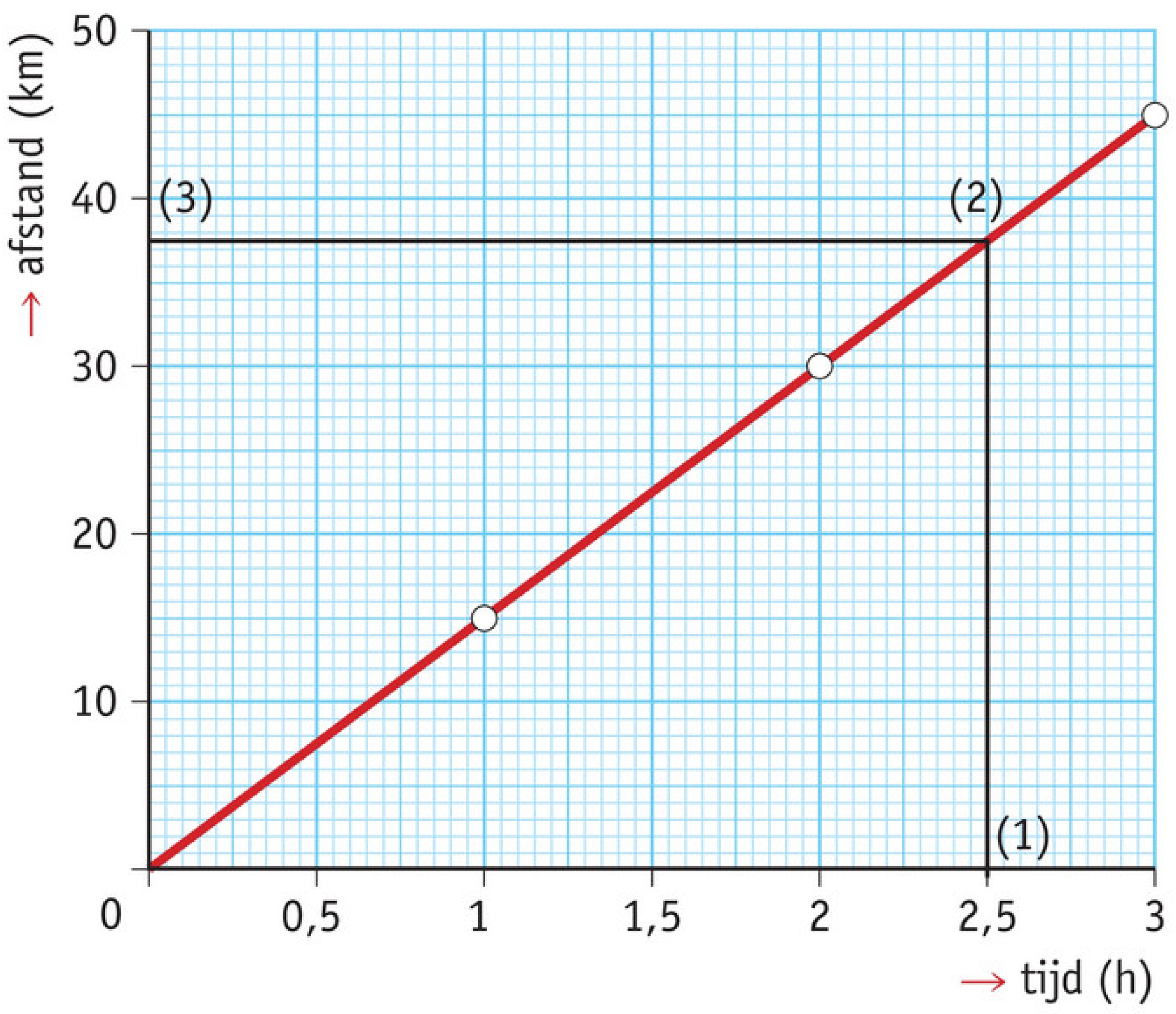
▲ **afbeelding 15**
het afstand,tijd-diagram van Glaucio's fietstraining

In een afstand,tijd-diagram kun je voor iedere tijd aflezen wat de afgelegde afstand is. Andersom kun je voor iedere afstand aflezen hoelang je erover doet. Als de snelheid niet verandert, is het afstand,tijd-diagram altijd een rechte lijn.

Voorbeeld 7
Glaucio doet zijn wekelijkse training. Vandaag heeft hij 2,5 uur de tijd om te fietsen. Zijn snelheid is 15 km/h. Gebruik het afstand,tijd-diagram in figuur 16.
Hoeveel kilometer fietst Glaucio in 2,5 uur?

Kijk naar het diagram van afbeelding 16.
Begin bij de tijd 2,5 uur (1).
Ga recht naar boven tot aan de rode lijn (2).
Ga nu naar links tot aan de as van de afstand (3).
Lees de afstand af: 37,5 km.
Als Glaucio 2,5 uur fietst, legt hij 37,5 km af.

▶ **afbeelding 16**
een afstand,tijd-diagram aflezen



Opgaven

53 Tom maakt van een fietstraining in de sportschool een diagram met op de horizontale as de tijd en op de verticale as de afgelegde afstand.
Hoe noem je het diagram dat hij tekent?

Dit diagram heet een ____.

54 Afbeelding 17 is het diagram van de training van Tom.
Hij fietst met een eenparige snelheid. Gebruik het diagram om de vragen te beantwoorden.

a Na hoeveel tijd heeft hij 12 km gefietst?

____

b Hoeveel kilometer heeft hij na 1,5 uur gefietst?

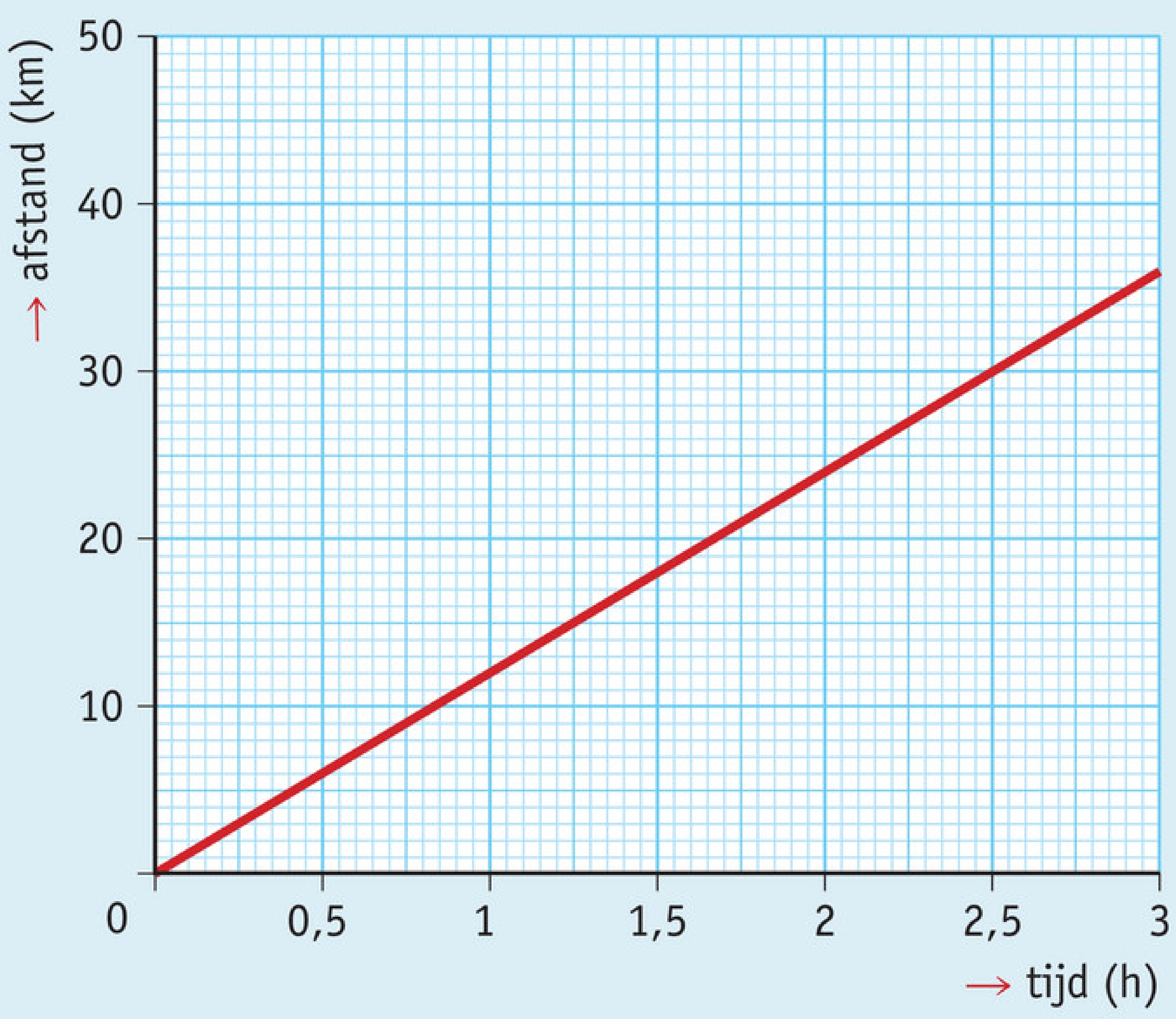
____

c Na hoeveel tijd heeft hij 30 km gefietst?

____

d Hoeveel kilometer heeft hij na 2 uur gefietst?

____



▲ **afbeelding 17**
diagram van een fietstraining

De invloed van de nettokracht

Als je traint op een spinningfiets, zit je binnen. Je hebt dan geen last van tegenwind of hellingen. Daardoor kun je de snelheid gemakkelijk gelijk houden.

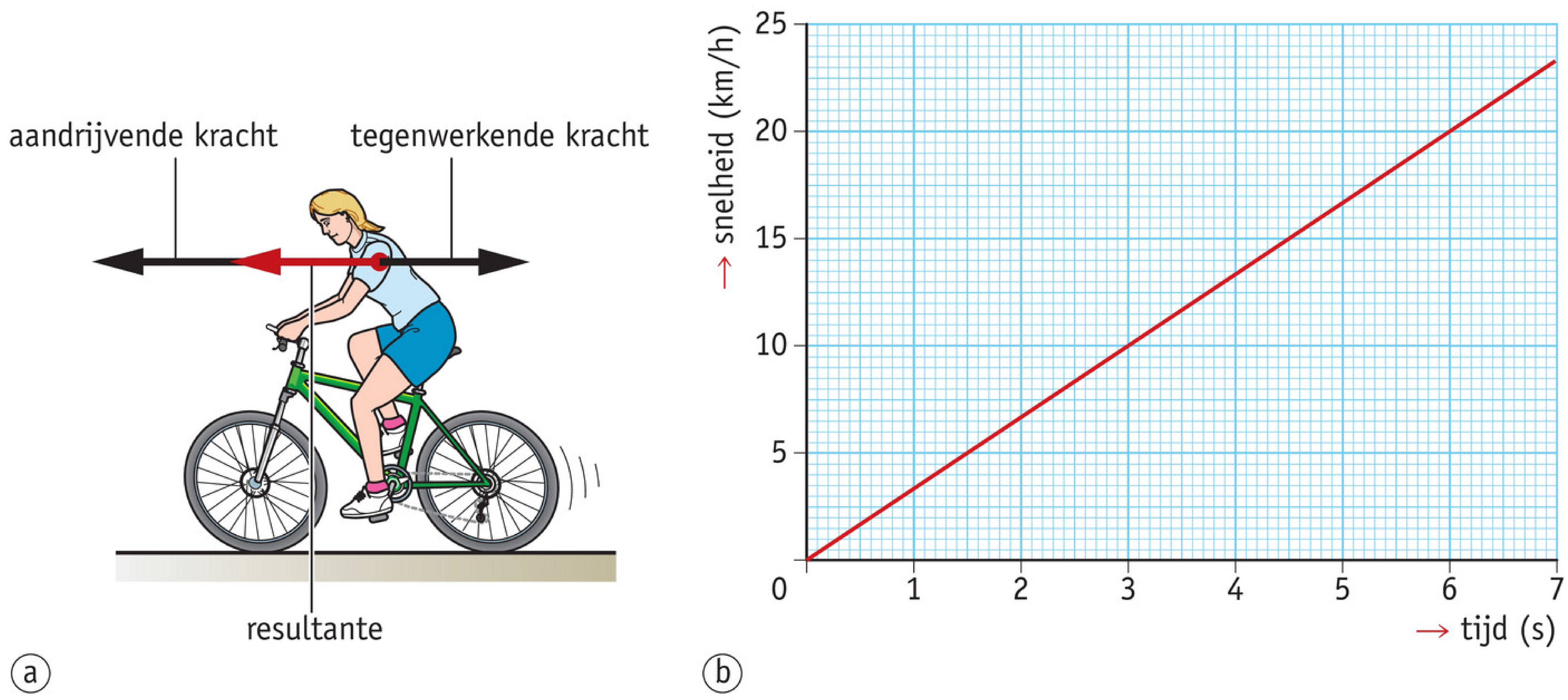
In het verkeer is de snelheid niet steeds gelijk. Op een voertuig in het verkeer werken verschillende krachten. Bijvoorbeeld de aandrijfkracht en de remkracht, maar ook luchtweerstand en wrijvingskrachten. Door die krachten verandert de snelheid van een voertuig regelmatig.

De nettokracht is het totaal van alle krachten op een voertuig.
Er zijn drie mogelijkheden voor de nettokracht:
- De aandrijfkracht is groter dan de tegenwerkende kracht. De snelheid wordt groter. De beweging is **versneld**.
- De aandrijfkracht en de tegenwerkende kracht zijn even groot. De snelheid blijft gelijk. De beweging is **eenparig**.
- De aandrijfkracht is kleiner dan de tegenwerkende kracht. De snelheid wordt kleiner. De beweging is **vertraagd**.

Versnelde beweging

Bij een **versnelde beweging** wordt de snelheid steeds groter. Kijk naar afbeelding 18. De fietser trapt met veel kracht. De aandrijfkracht is groter dan de tegenwerkende kracht. De nettokracht werkt in de rijrichting. De beweging is versneld.

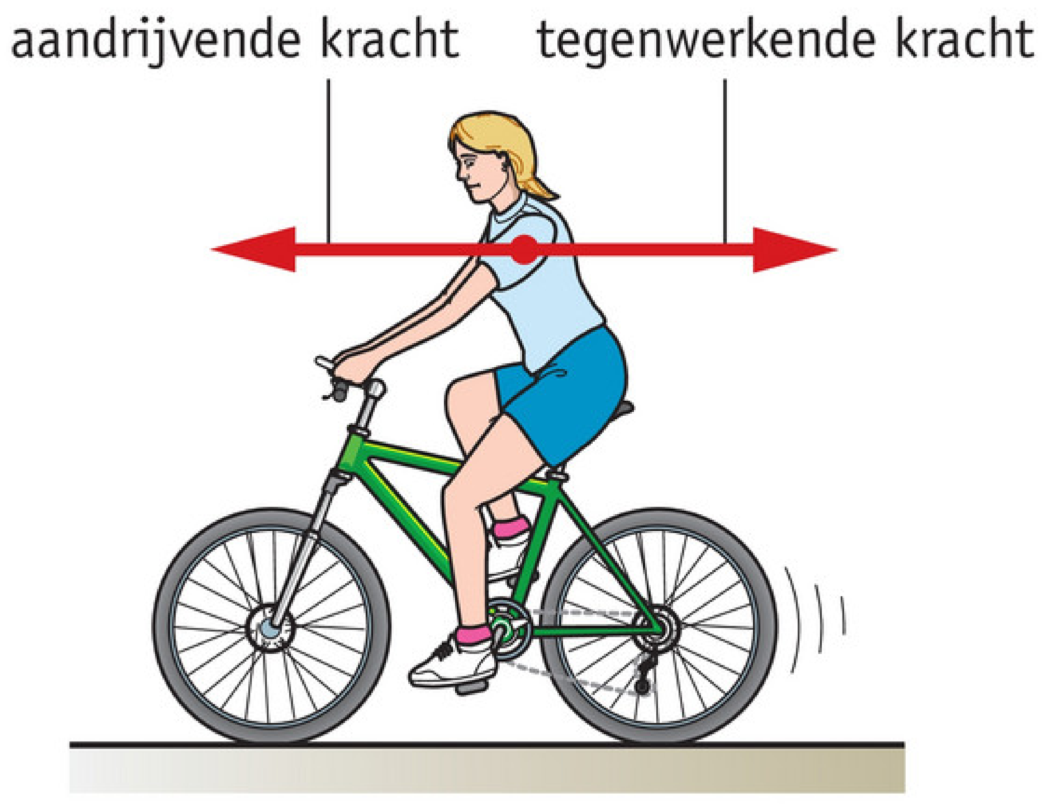
Naast de fietser staat het **snelheid,tijd-diagram** van de beweging. Op de horizontale as staat de tijd (in s). Op de verticale as staat de snelheid (in km/h).
Bij een versnelde beweging zie je een **stijgende lijn** in het snelheid,tijd-diagram.



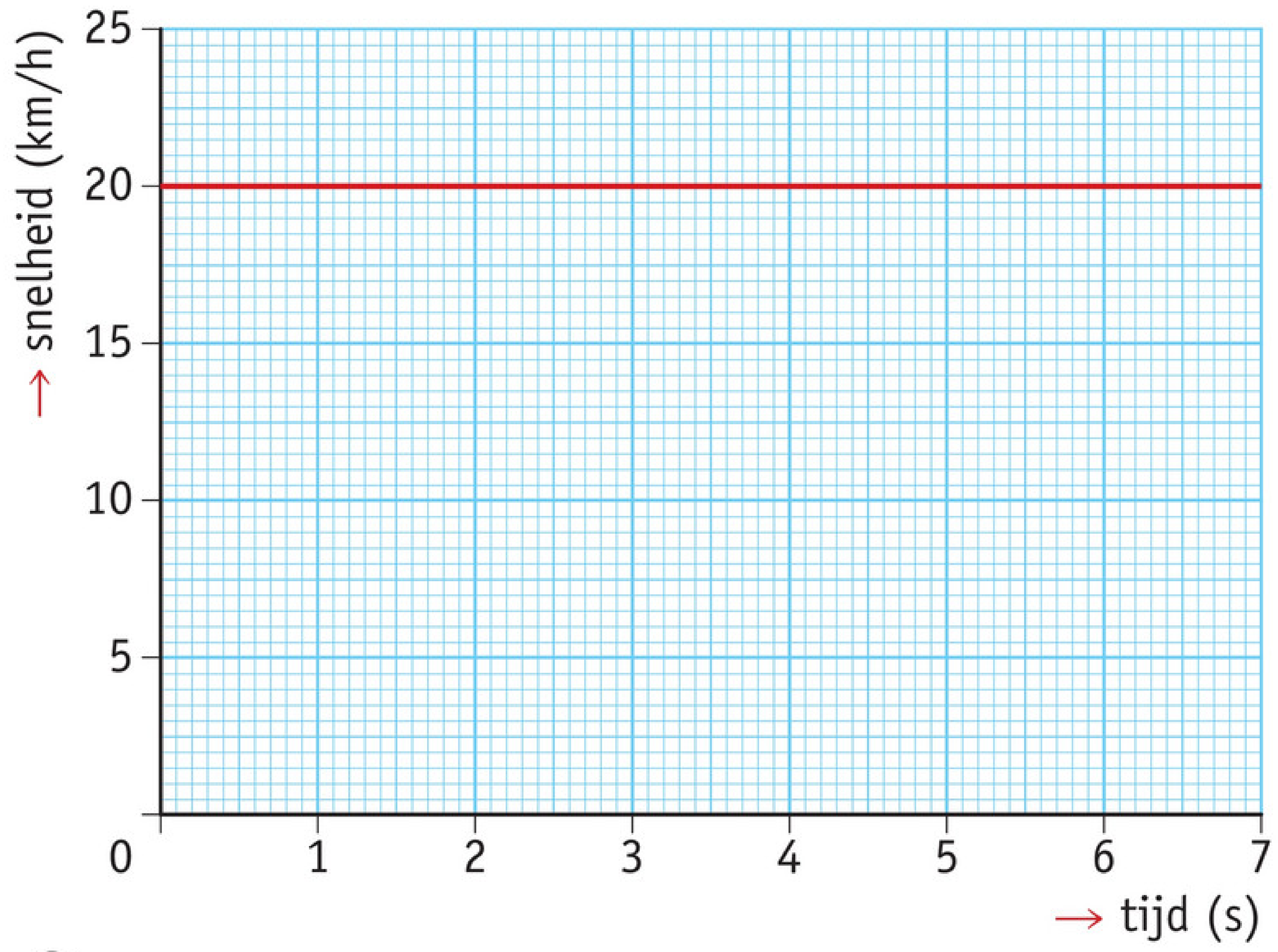
▲ **afbeelding 18**
Een versnelde beweging. De nettokracht werkt in de rijrichting.

Eenparige beweging

Bij een **eenparige beweging** blijft de snelheid gelijk. Kijk naar afbeelding 19. De tegenwerkende kracht is even groot als de aandrijfkracht. De nettokracht is nul.
Als de nettokracht nul is, verandert de snelheid niet. De fiets blijft even snel rijden.
Bij een eenparige beweging zie je een **horizontale lijn** in het snelheid,tijd-diagram.



ⓐ

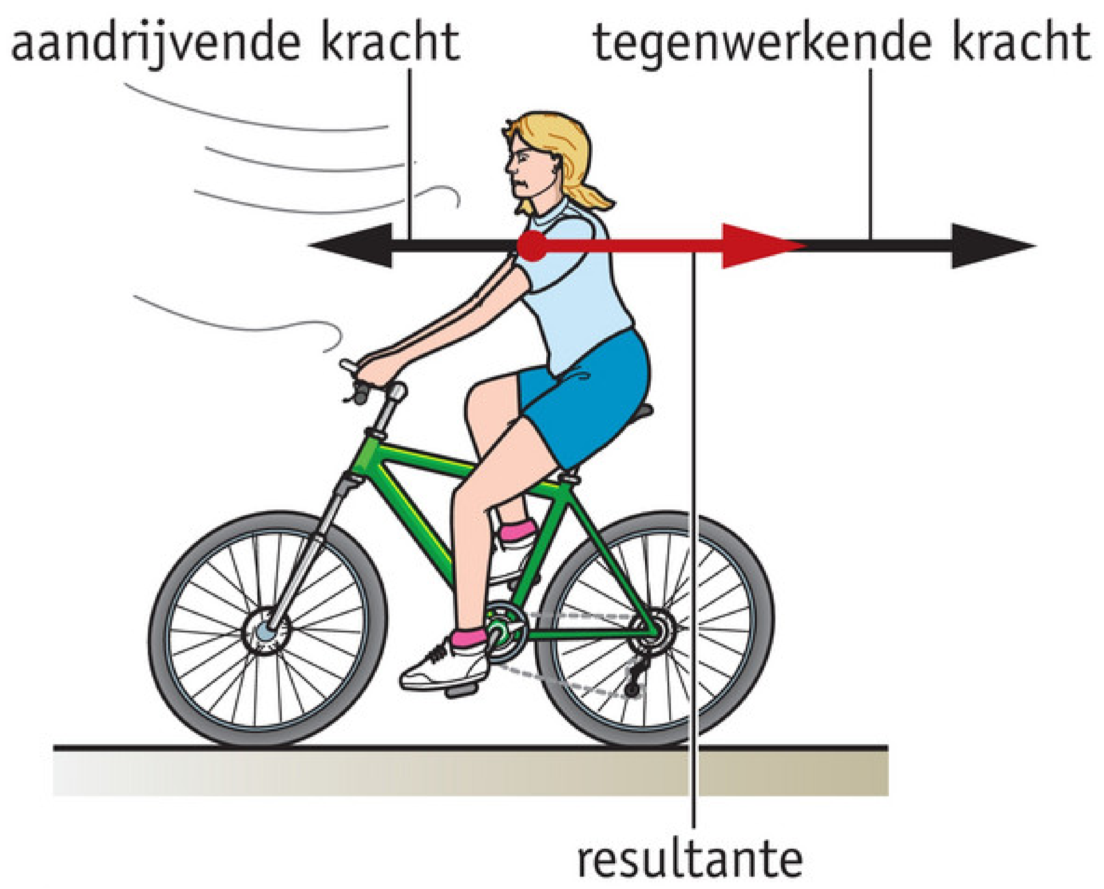


ⓑ

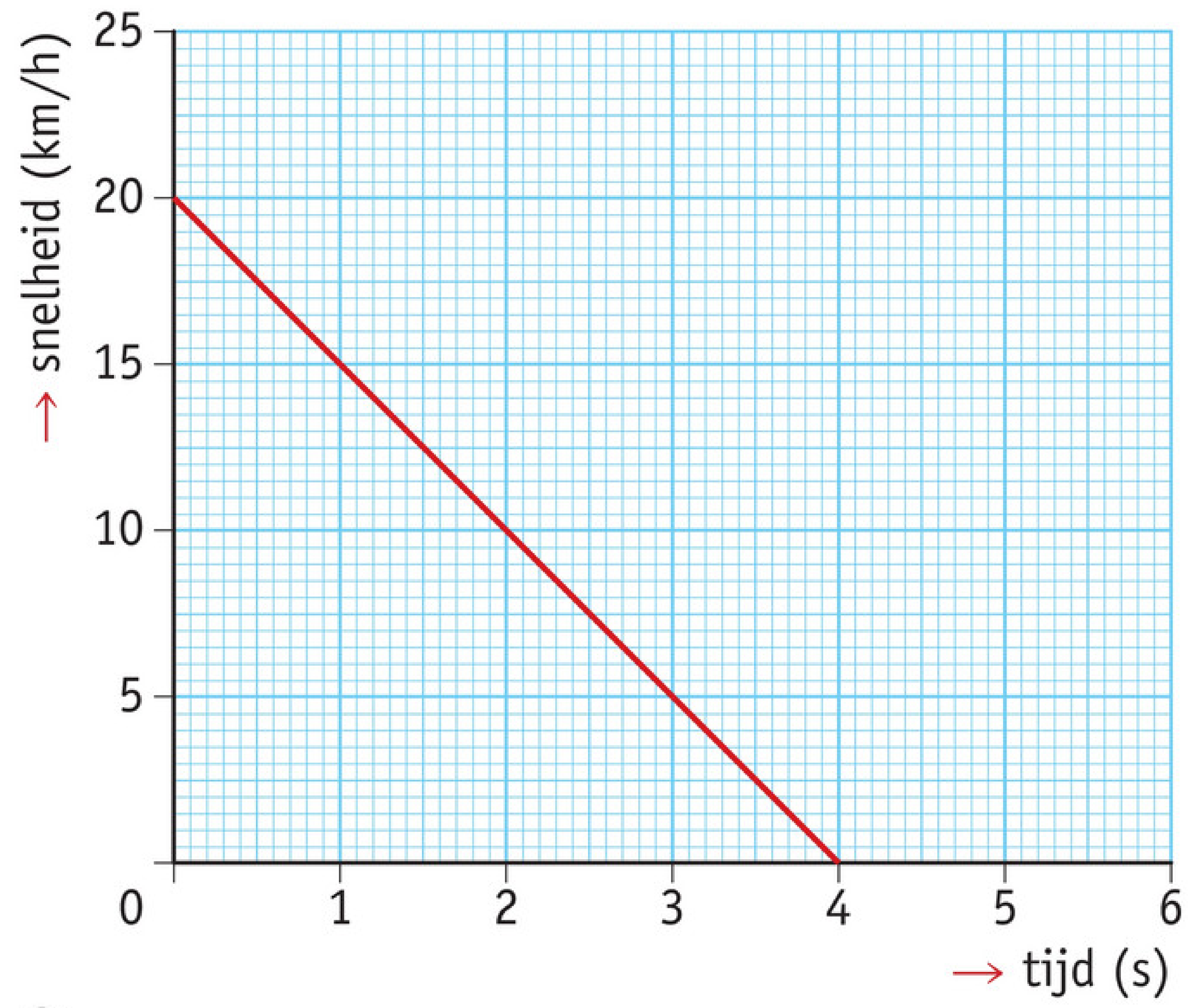
▲ **afbeelding 19**
Een eenparige beweging. De nettokracht is nul.

Vertraagde beweging

Bij een **vertraagde beweging** wordt de snelheid steeds kleiner. Kijk naar afbeelding 20. De fietser remt. De tegenwerkende kracht is nu groter dan de aandrijfkracht.
De nettokracht werkt tegen de rijrichting in. De beweging is vertraagd.
Bij een vertraagde beweging zie je een **dalende lijn** in het snelheid,tijd-diagram.



ⓐ



ⓑ

▲ **afbeelding 20**
Een vertraagde beweging. De nettokracht werkt tegen de rijrichting in.

Opgaven

55 Van een beweging is een diagram getekend. Op de horizontale as staat de tijd (in s).
Op de verticale as staat de snelheid (in km/h).
Hoe noem je zo'n diagram?

____

56 Van een eenparige beweging is het snelheid,tijd-diagram getekend.
Hoe loopt de lijn in de grafiek?
- ☐ A dalend
- ☐ B horizontaal
- ☐ C stijgend
- ☐ D verticaal

57 Van welke beweging is het snelheid,tijd-diagram een stijgende lijn?
- ☐ A eenparige beweging
- ☐ B versnelde beweging
- ☐ C vertraagde beweging

58 Tijdens het rijden is de nettokracht op de scooter 0 N.
Wat betekent dit voor de snelheid?
- ☐ A De snelheid wordt groter.
- ☐ B De snelheid wordt kleiner.
- ☐ C De snelheid wordt nul.
- ☐ D De snelheid verandert niet.

59 Jesse stapt op zijn scooter en geeft flink gas. Zijn snelheid wordt groter.
Hoe noem je deze beweging?
- ☐ A eenparige beweging
- ☐ B optrekkende beweging
- ☐ C versnelde beweging
- ☐ D vertrekkende beweging

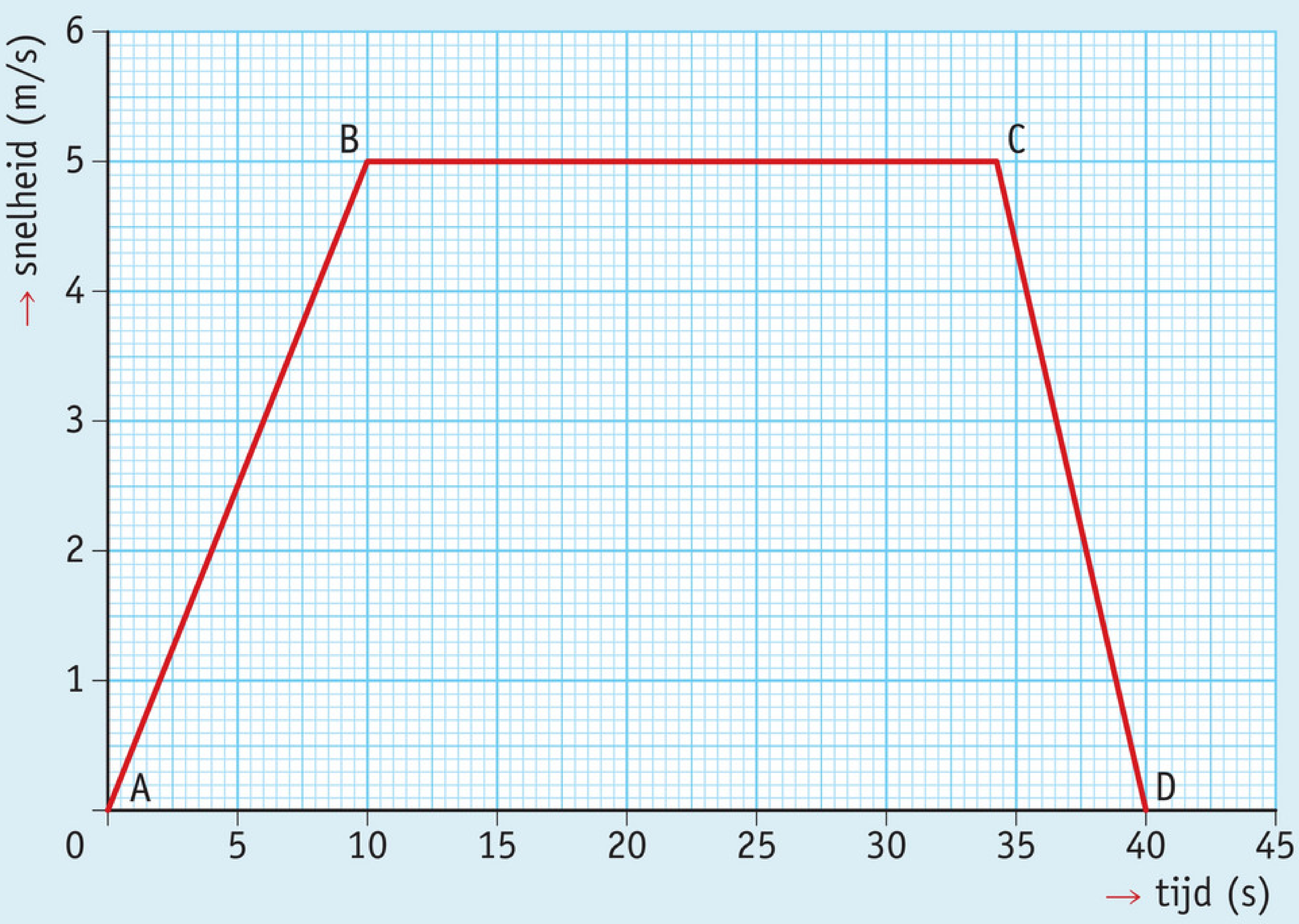
60 Jesse moet afremmen, omdat plotseling iemand de weg oversteekt. Hij remt zo hard mogelijk. De snelheid wordt kleiner.
Hoe noem je deze beweging?
- ☐ A ingehouden beweging
- ☐ B langzame beweging
- ☐ C stoppende beweging
- ☐ D vertraagde beweging

61 Jesse remt totdat hij stilstaat.
Wat geldt voor de nettokracht als hij stilstaat?
- ☐ A De nettokracht is groter dan nul.
- ☐ B De nettokracht is nul.
- ☐ C De nettokracht is kleiner dan nul.

62 Jesse trekt langzaam weer op om verder te rijden.
Wat kun je zeggen van de aandrijfkracht?
- ☐ A De aandrijfkracht is even groot als de tegenwerkende krachten.
- ☐ B De aandrijfkracht is groter dan de tegenwerkende krachten.
- ☐ C De aandrijfkracht is kleiner dan de tegenwerkende krachten.

63 Josien rijdt met de fiets van school naar huis.
Het laatste stuk loopt de weg bergaf (afbeelding 21).
Waarom vindt Josien dit stuk weg prettig?
- ☐ A Bergaf heb je altijd een veilige snelheid.
- ☐ B Bergaf heb je de minste remkracht nodig.
- ☐ C Bergaf heb je extra aandrijfkracht.
- ☐ D Bergaf heb je geen remkracht nodig.

▲ **afbeelding 21**
bergaf met de fiets



▲ **afbeelding 22**
verschillende soorten bewegingen in één grafiek

Afbeelding 22 is het snelheid,tijd-diagram van een fietser.
Gebruik deze afbeelding om de vragen 64 tot en met 70 te beantwoorden.

64 Hoe noem je de beweging van A naar B?
- ☐ A eenparige beweging
- ☐ B versnelde beweging
- ☐ C vertraagde beweging

65 Van B naar C is de lijn horizontaal.

a De snelheid verandert WEL | NIET.

b Wat is juist?
- ☐ A De beweging is eenparig.
- ☐ B De beweging is versneld.
- ☐ C De beweging is vertraagd.

66 Hoe noem je de beweging van C naar D?

☐ A eenparige beweging
☐ B versnelde beweging
☐ C vertraagde beweging

67 **a** Hoelang duurt de versnelde beweging?

____

b Hoelang duurt de eenparige beweging?

____

c Hoelang duurt de vertraagde beweging?

____

68 Vul steeds in hoe groot de snelheid is.

a Na 5 seconden?

____

b Na 8 seconden?

____

c Na 30 seconden?

____

d Na 33 seconden?

____

e Na 39 seconden?

____

69 Op welke twee tijdstippen is de snelheid 2,5 m/s?

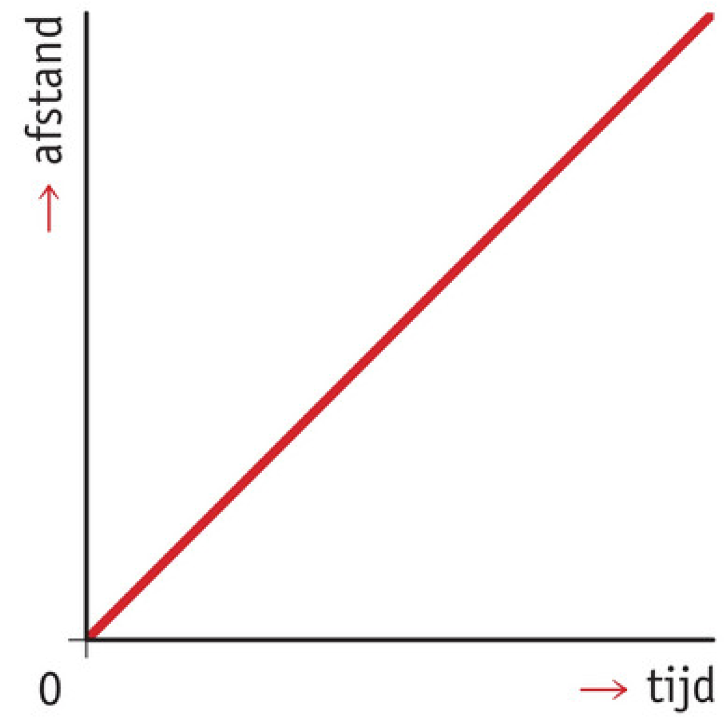
De snelheid is 2,5 m/s na ______________ en na ______________.

70 Wanneer is de stuwkracht van de fietser groter dan de remkracht?

☐ A van 0 tot 10 s
☐ B van 10 tot 35 s
☐ C van 35 tot 40 s
☐ D Zolang de fiets rijdt.

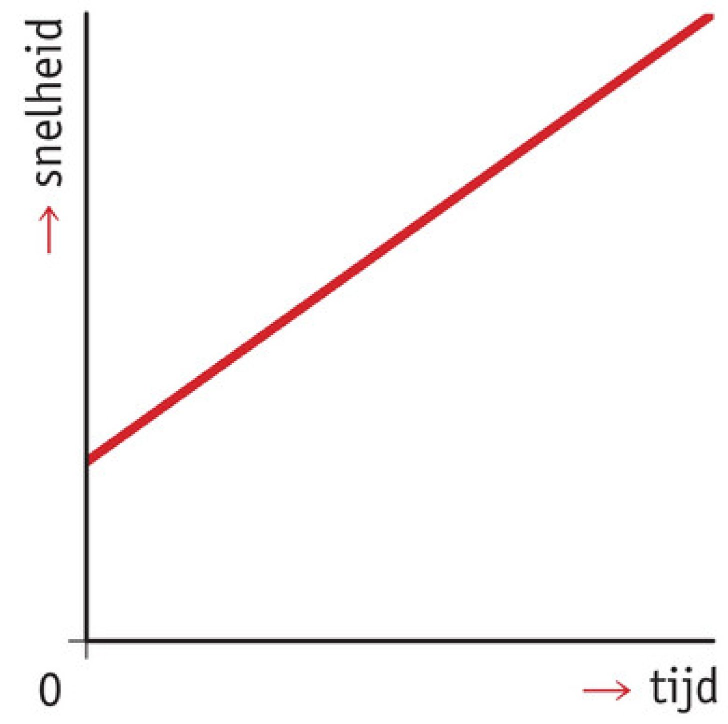
Onthouden!

Van een beweging kun je een afstand,tijd-diagram tekenen.
Op de horizontale as staat de tijd, op de verticale as de afstand.
Als de snelheid niet verandert, is het afstand,tijd-diagram een rechte, stijgende lijn.

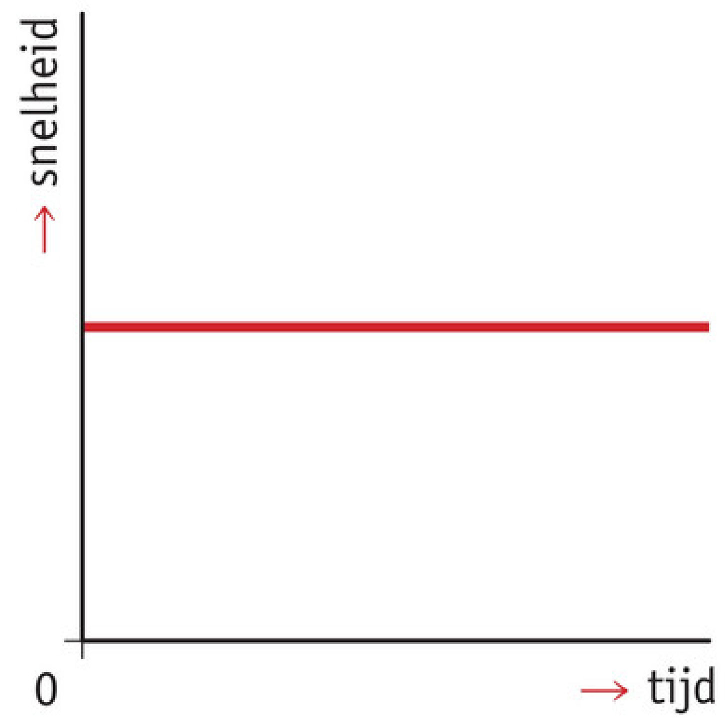


Van een beweging kun je een snelheid,tijd-diagram tekenen. Op de horizontale as staat de tijd, op de verticale as de snelheid.

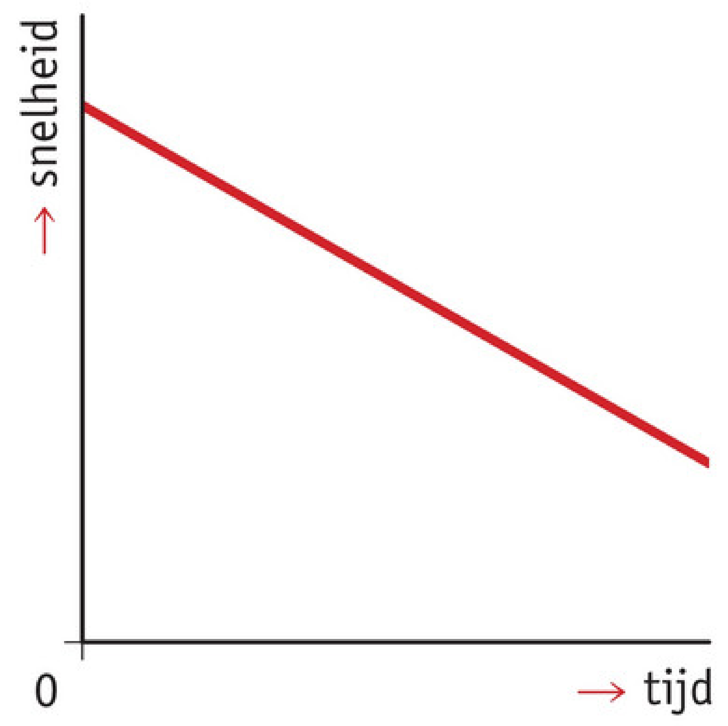
Versnelde beweging:
- De nettokracht werkt in de rijrichting.
- Het snelheid,tijd-diagram is een stijgende lijn.



Eenparige beweging:
- De nettokracht is nul.
- Het snelheid,tijd-diagram is een horizontale lijn.



Vertraagde beweging:
- De nettokracht werkt tegen de rijrichting in.
- Het snelheid,tijd-diagram is een dalende lijn.



▲ **afbeelding 23**

4 Massa en traagheid

▲ **afbeelding 24**
Maceo rijdt met iemand achterop.

Met iemand achterop duurt het langer voor je stilstaat. Grote, zware vrachtwagens staan minder snel stil dan een gewone auto.

Massa

Maceo heeft zijn vriendin achter op zijn scooter (afbeelding 24). Met twee mensen op de scooter is de remweg langer. Die langere remweg komt door de grotere **massa**. Hoe groter de massa, hoe langer de remweg. Elk voorwerp en elke persoon heeft een massa. De massa is hoeveel gram of kilogram iets weegt.

Traagheid

Sander gaat met de tram naar school (afbeelding 25). Hij staat en houdt zich vast aan de stang. Als de tram optrekt, lijkt het of hij naar achteren wordt geduwd. Als de tram door een bocht gaat, beweegt Sander naar opzij. Als de tram stopt, lijkt het of hij naar voren valt.

▲ **afbeelding 25**
Sander in de tram.

De beweging van de tram verandert regelmatig. Bijvoorbeeld bij optrekken (versnelde beweging) of een bocht nemen (andere richting). Het lichaam van Sander beweegt dan niet vanzelf mee met de beweging van de tram. Daardoor lijkt het of hij valt.

Sander heeft kracht nodig om zijn beweging gelijk te maken aan die van de tram. Dit komt door de **traagheid** van massa. Traagheid van massa betekent: er is kracht nodig om de beweging van een voorwerp te veranderen. Je zegt: massa is traag.

Een veertje van een vogel blaas je gemakkelijk van tafel. Een baksteen blijft gewoon liggen als je ertegen blaast. Hoe groter de massa, hoe meer kracht nodig is om de beweging te veranderen. Anders gezegd: hoe groter de massa, hoe groter de traagheid.

Remweg en kracht

De bal in afbeelding 26 heeft een grote snelheid. De keeper stopt de bal in één keer. Hoe harder het schot, hoe meer kracht de keeper daarvoor nodig heeft. Anders gezegd: hoe groter de verandering van de snelheid, hoe meer kracht daarvoor nodig is.

▶ **afbeelding 26**
Hoe groter de verandering van de snelheid, hoe meer kracht nodig is.

Een auto die een aanrijding krijgt, staat bijna direct stil. Bij een botsing is de verandering van snelheid dus heel groot in een korte tijd. Voor deze snelheidsverandering is een grote kracht nodig. Een auto die met hoge snelheid botst, heeft daardoor veel schade (afbeelding 27).

De remweg bij een botsing is heel kort. Een auto die langzaam afremt, heeft een veel langere remweg. De snelheidsverandering is dan kleiner.

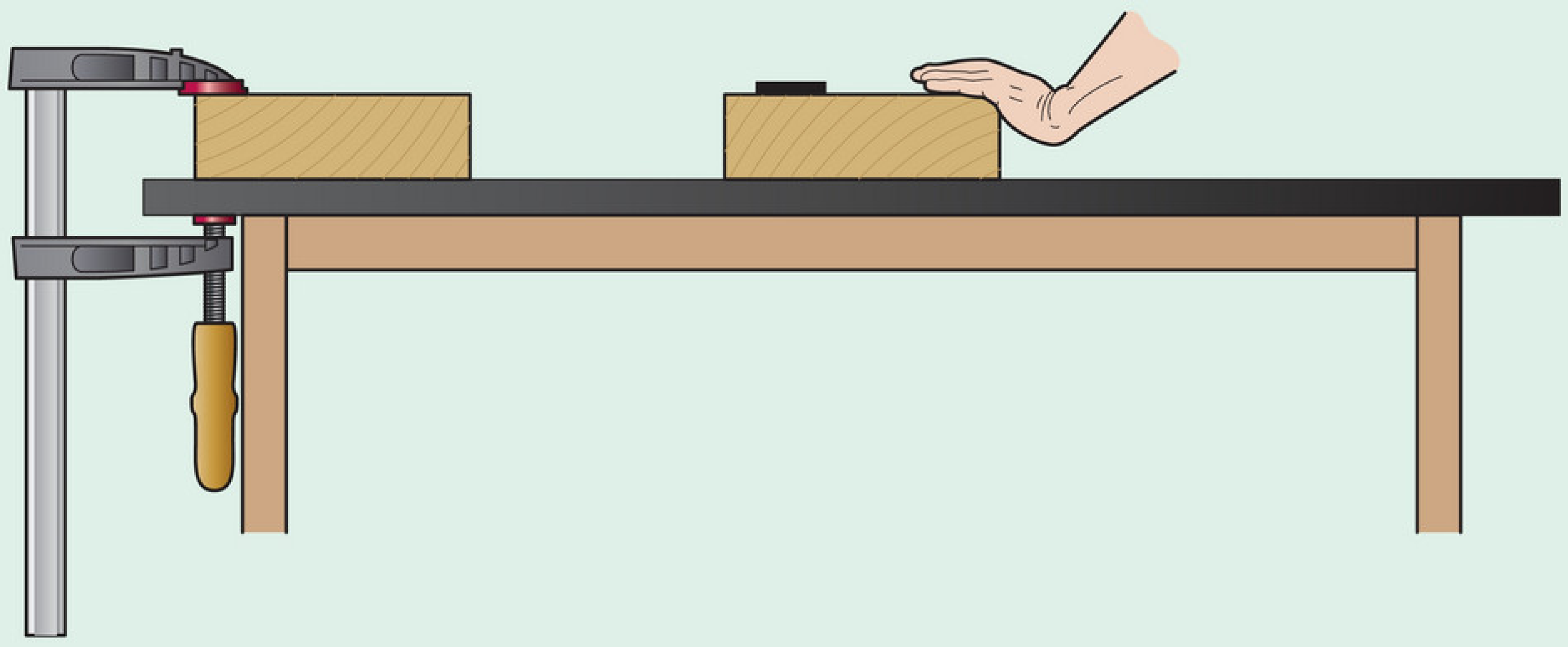
Een vrachtwagen heeft een grotere massa dan een auto. Hoe groter de massa, hoe meer kracht nodig is om de beweging te veranderen. De vrachtwagen heeft daardoor een langere remweg dan een auto.

▶ **afbeelding 27**
Bij een botsing zijn de krachten groot.

Proef 3 Traagheid

Wat je nodig hebt
- ☐ 2 blokjes hout
- ☐ 1 tafelklem of een lijmklem
- ☐ 1 muntstuk of 1 massablokje of 1 dobbelsteen

Uitvoering
- Klem één blokje met de tafelklem aan de linkerkant aan de tafel (afbeelding 28).
- Leg het andere blokje aan de rechterkant op de tafel.
- Leg het muntstuk op het blokje.
- Leg je hand op het blokje (afbeelding 28).



▲ **afbeelding 28**
de opstelling van proef 3

- Duw het blokje langzaam in de richting van het vastgemaakte blokje.

1 De munt blijft WEL / NIET op dezelfde plaats op het blokje liggen.

- Leg het blokje weer rechts op tafel.
- Duw het blokje nu snel naar het vastgemaakte blokje.

2 Wat gebeurt er met de munt?
- ☐ A De munt blijft liggen.
- ☐ B De munt schuift in de richting van je hand.
- ☐ C De munt schuift in de richting van het vastgemaakte blokje.

- Leg het blokje weer rechts op tafel.
- Duw het blokje naar het vastgemaakte blokje, begin langzaam en ga steeds sneller.
- Laat het blokje tegen het vaste blokje aan botsen.

3 Wat gebeurt er met de munt?
- ☐ A De munt blijft op zijn plaats liggen.
- ☐ B De munt schuift naar je hand toe.
- ☐ C De munt schuift naar voren toe.

- Leg het blokje weer rechts op tafel.
- Duw het blokje langzaam in de richting van het vastgemaakt blokje.
- Midden op de tafel beweeg je het blokje plotseling naar rechts.

4 Wat gebeurt er met de munt?
- ☐ A De munt blijft op zijn plaats liggen.
- ☐ B De munt valt aan de linkerkant van het blokje.
- ☐ C De munt valt aan de rechterkant van het blokje.

5 Wat zou er gebeuren als je het blokje plotseling naar links had bewogen?
- ☐ A De munt zou op zijn plaats zijn blijven liggen.
- ☐ B De munt zou naar links vallen.
- ☐ C De munt zou naar rechts vallen.

Conclusie:

6 **a** Er is WEL / NIET een kracht nodig om het muntstuk van het blokje af te schuiven.
b Hoe groter de snelheidsverandering, hoe GROTER / KLEINER de kracht op het muntje.
c Bij een grote snelheidsverandering ontstaat een grote kracht op een voorwerp. Dit is WEL / NIET een gevolg van de traagheid.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

71 Er is kracht nodig om de beweging van een voorwerp te veranderen.

Dit komt door de ________________________________ van het voorwerp.

72 Welke twee eenheden worden voor massa gebruikt?

– ____

– ____

73 Hoe groter de massa van een bewegend voorwerp, hoe GROTER / KLEINER de traagheid van het voorwerp.

74 Hoe groter de snelheidsverandering van een voorwerp, hoe GROTER / KLEINER de kracht die daarvoor nodig is.

75 Waar hangt de remweg van een auto van af? Schrijf twee dingen op.

– ____

____

– ____

____

76 Margriet zit meestal alleen op haar scooter. Bij 25 km/h is haar remweg 6 meter.
Nu heeft Margriet haar zus achterop. Haar snelheid is weer 25 km/h. Ze remt altijd met dezelfde remkracht.
Wat is nu haar remweg?
- ☐ A Haar remweg is nu ook 6 m.
- ☐ B Haar remweg is nu langer dan 6 m.
- ☐ C Haar remweg is nu korter dan 6 m.

77 Margriet moet plotseling remmen. Haar zus schuift naar voren.
Waardoor schuift haar zus naar voren?

____

78 a Maakt het verschil of Margriet langzaam of snel remt?
JA / NEE
b Als Margriet sneller remt, voelt haar zus MINDER / EVEN VEEL / MEER kracht.

79 Twee auto’s botsen frontaal op elkaar.
a Daardoor worden de auto’s SNEL / LANGZAAM afgeremd.
b Botsen kost VEEL / WEINIG kracht.
c Je ziet het gevolg van de kracht, omdat de schade KLEIN | GROOT is.

Onthouden!

De massa is hoeveel gram of kilogram iets weegt.
Er is kracht nodig om de beweging van een voorwerp te veranderen.
Traagheid van massa: er is kracht nodig om de beweging te veranderen.
Beweging veranderen:
- Hoe groter de massa, hoe meer kracht nodig is.
- Hoe groter de snelheidsverandering, hoe meer kracht nodig is.
- Hoe korter de remweg, hoe meer kracht nodig is.

5 Remweg en stopafstand

Je staat met een bewegend voertuig niet zomaar stil. De remweg kan kort zijn of lang. Je hebt ook tijd nodig om te reageren.

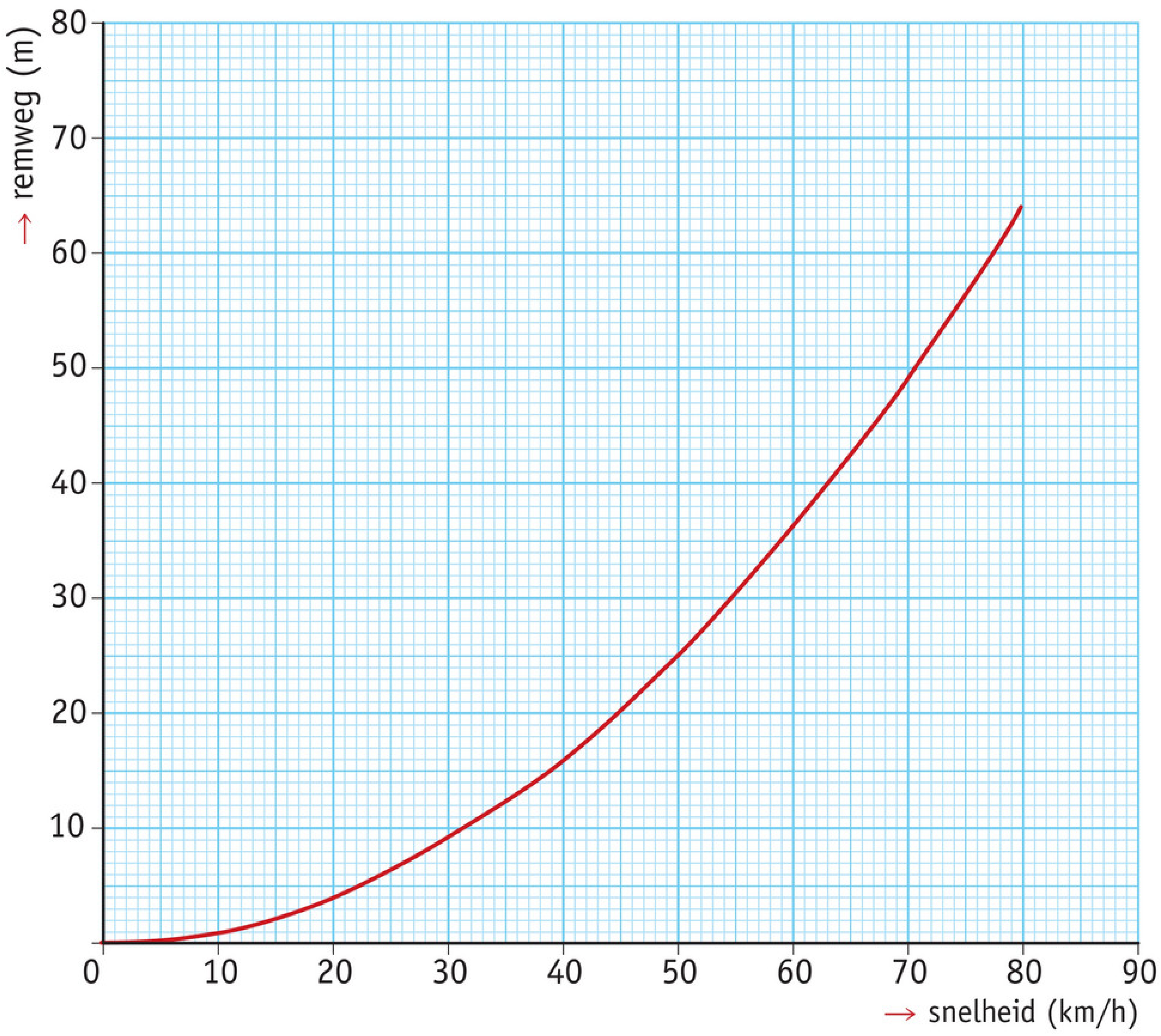
▼ **tabel 2** de remweg bij verschillende snelheid

snelheid (km/h)	remweg (m)
10	1
20	4
30	9
40	16
50	25
60	36
70	49
80	64

Remweg

Een voertuig heeft een bepaalde afstand nodig om af te remmen tot stilstand. Die afstand is de **remweg** van het voertuig. Als je langzaam rijdt, is de remweg kort. Hoe hoger de snelheid, hoe langer de remweg.

In tabel 2 kun je aflezen hoe lang de remweg van een auto is. De remweg is gemeten bij verschillende snelheden. De grafiek van afbeelding 29 is getekend met de getallen uit de tabel. In de grafiek kun je de remweg voor andere snelheden aflezen.



▶ **afbeelding 29** De remweg hangt af van de snelheid.

Niet alleen de snelheid is belangrijk voor de remweg. Ook de massa speelt mee. Hoe groter de massa, hoe langer de remweg. Daardoor is de remweg langer als je met twee man op een scooter zit, in plaats van alleen. En de remweg van een vrachtwagen is langer dan die van een personenauto.

Als de remmen versleten zijn, is de remweg langer. Slechte remmen hebben minder remkracht. Hoe minder remkracht, hoe langer het duurt voor je stilstaat. Slechte remmen zijn gevaarlijk. Niet alleen voor jezelf, maar ook voor anderen op de weg. Daarom mag je niet op de openbare weg rijden met slechte remmen.

Opgaven

80 Hoe noem je de afstand die nodig is om af te remmen tot stilstand?

Die afstand is ____.

81 Hoe sneller je rijdt, hoe KORTER / LANGER de remweg.

82 Voor wie is het gevaarlijk als je scooter slechte remmen heeft?

____

____

83 Schrijf drie dingen op die de remweg van een voertuig langer maken.

– ____

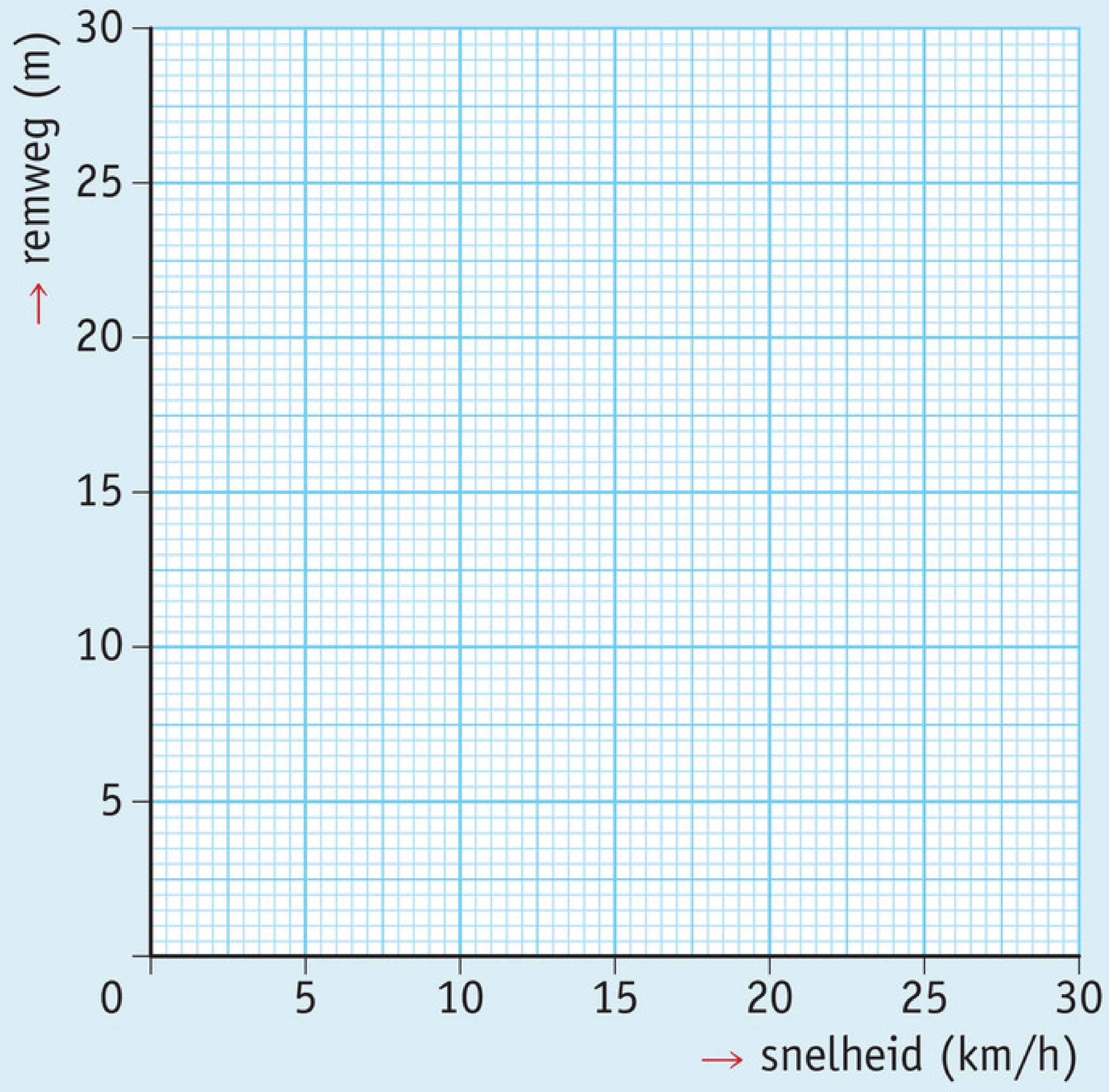
– ____

– ____

De klas van Bayram heeft een test gedaan en de remweg van een fiets gemeten. Bij de test is steeds met dezelfde remkracht geremd. De resultaten van de test staan in tabel 3.
Gebruik de tabel bij opgave 84 tot en met 86.

▼ **tabel 3** de resultaten van de remtest

snelheid (km/h)	remweg (m)
5	0,6
10	2,4
15	5,3
20	9,7
25	15
30	22



▲ **afbeelding 30**
Teken de grafiek van de remweg van de fiets.

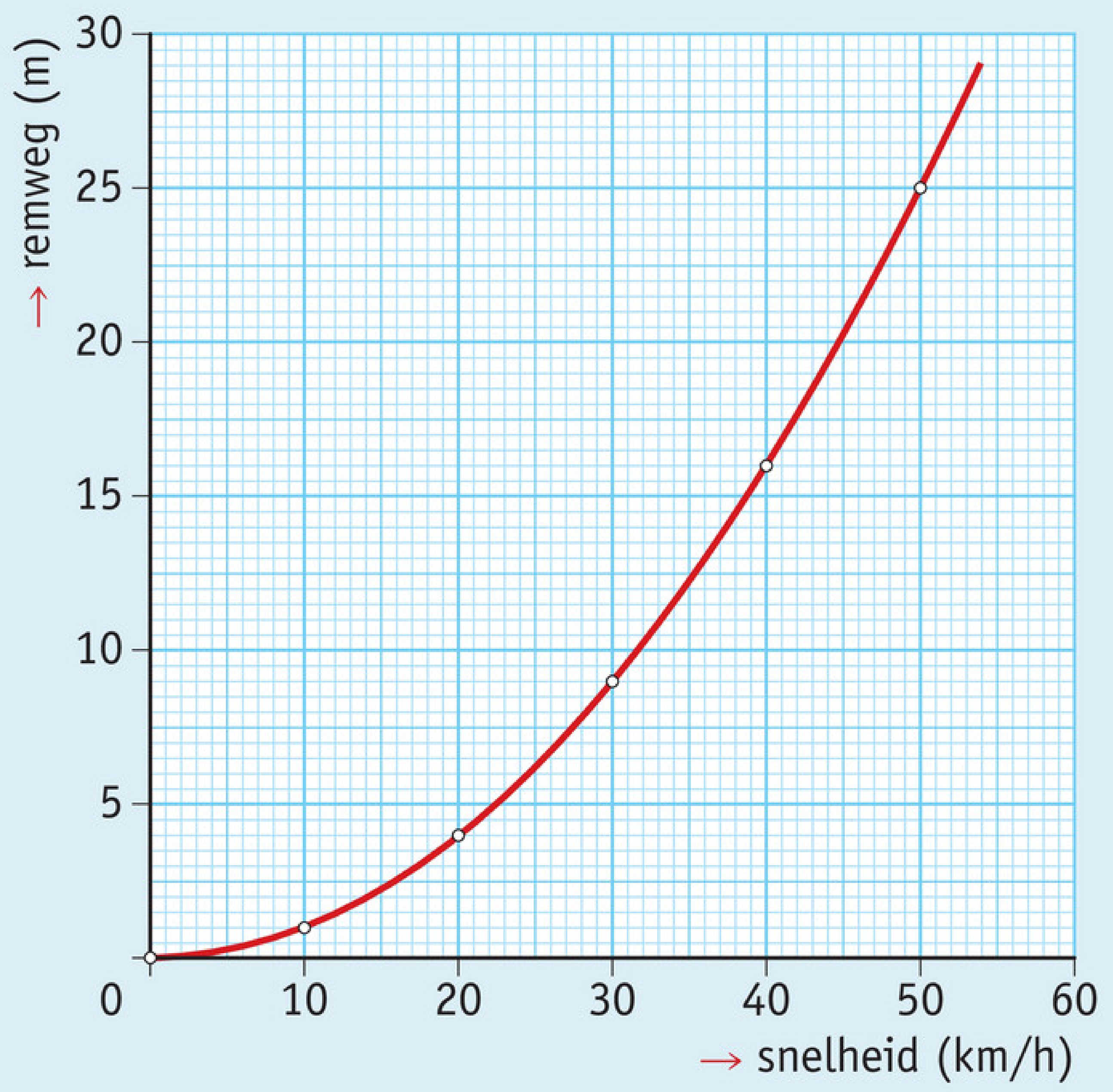
84 Is de remweg bij elke snelheid even groot?
JA / NEE

85 a Als de snelheid groot is, is de remweg GROOT | KLEIN.
b Als de snelheid klein is, is de remweg GROOT | KLEIN.

86 Van de remweg kun je een grafiek tekenen.
Teken met de gegevens uit tabel 3 de grafiek in afbeelding 30.

87 Met een scooter is een remtest gedaan. Van de metingen is een grafiek getekend (afbeelding 31).
Hoe groot is de remweg als de snelheid 40 km/h is?

De remweg bij 40 km/h is ________________ m.



▲ **afbeelding 31**
de grafiek van de remweg van een scooter

88 Vul in tabel 4 de remweg in van de scooter van afbeelding 31.

▼ **tabel 4** de remweg van de scooter bij verschillende snelheden

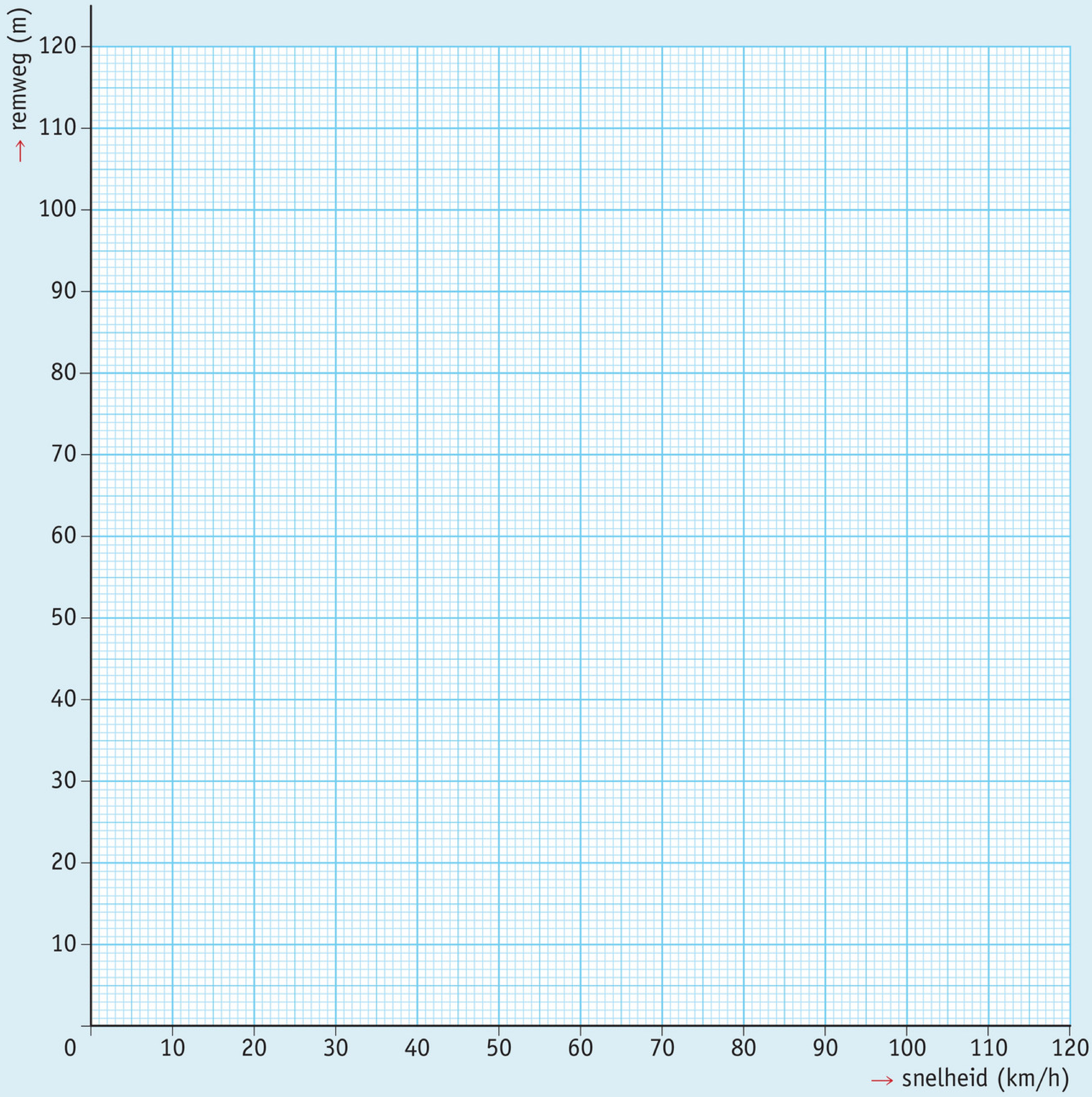
snelheid (m/s)	remweg (m)
10	
20	
30	
40	
50	

89 Met een autobus is een remtest gedaan. De gegevens staan in tabel 5.

▼ **tabel 5** de gemeten snelheid en remweg van de autobus

snelheid (km/h)	remweg (m)
20	3,5
40	14
60	31
80	55
100	86
120	124

Teken de grafiek van de remweg van de autobus in afbeelding 32.



▲ **afbeelding 32**
de grafiek van de remweg van de bus

+90 Met behulp van de grafiek van afbeelding 32 kun je nu ook de remweg bij andere snelheden van de autobus aflezen.
Vul in tabel 6 de remweg in.

▼ **tabel 6** de remweg van de autobus bij verschillende snelheden

snelheid (m/s)	remweg (m)
10	
30	
50	
70	
90	
110	

+91 Een lagere snelheid is gunstig voor de remweg. Voor de remweg geldt de volgende woordformule:
Is de snelheid 2 maal zo klein, dan wordt de remweg 4 maal zo klein.
Een auto heeft bij een snelheid van 120 km/h een remweg van 100 m.
Hoe groot is de remweg bij een snelheid van 80 km/h?

- ☐ A minder dan 25 m
- ☐ B 25 m
- ☐ C tussen 25 m en 100 m
- ☐ D 100 m

Banden en de weg

De snelheid, de massa en de remkracht zijn belangrijk voor de remweg. Maar er zijn nog meer dingen belangrijk. Dat zijn de banden en de weg.

Goede banden hebben een goed **profiel** (geribbeld oppervlak in afbeelding 33). Een goed profiel geeft voldoende wrijvingskracht tussen de banden en de weg. Daardoor heeft het voertuig een goede wegligging en een korte remweg. In Nederland moet het profiel van autobanden minstens 1,6 mm zijn. Maar een diepte van 2 mm of meer is veiliger.

Auto's controleren

Opleiding APK-keurmeester, autotechniek niveau 3

De algemene periodieke keuring (apk) is verplicht voor alle auto's van na 1960. Bij een apk-keuring wordt onder andere de profieldiepte van de banden gecontroleerd. De apk-keurmeester voert de keuring uit. De keurmeester is vaak een autotechnicus die een speciale aanvullende opleiding heeft gedaan.

▲ **afbeelding 33**
Een apk-keurmeester controleert de auto op meerdere punten.

De weg is soms nat door regen. De remweg is dan langer. Daarom moet je de snelheid aanpassen als het regent. Een goed profiel voert het regenwater snel af. De banden houden voldoende grip op de weg.

In de winter is het wegdek erg koud. Water kan erop vastvriezen. Het kan dan erg glad worden. De banden hebben weinig wrijvingskracht. De remweg wordt daardoor heel lang. Je moet dan langzaam rijden. Ook kun je winterbanden gebruiken. Winterbanden hebben een dieper profiel dan gewone banden. Het rubber van winterbanden blijft zachter bij lage temperatuur.

Opgaven

92 De snelheid, de massa en de remkracht zijn belangrijk voor de remweg.
Schrijf nog twee dingen op die belangrijk zijn voor de remweg.

– ______________________________

– ______________________________

93 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *autobanden – profiel – temperatuur – wegdek – wegligging – winterbanden*.

Goede banden hebben een goed ____________________. Dat geeft voldoende wrijvingskracht tussen de banden en het ____________________. Daardoor heeft een voertuig een goede ____________________. In Nederland moet het profiel van ____________________ minstens 1,6 mm zijn. In koude tijden kun je gebruikmaken van ____________________. Het rubber van winterbanden blijft zachter bij een lage ____________________.

▲ **afbeelding 34**
Sander staat net op tijd stil.

Reactietijd

Sander rijdt met zijn scooter langs een stilstaande auto (afbeelding 34). Plotseling gaat de deur van de auto open. Sander schrikt en remt zo hard mogelijk. Hij staat net op tijd stil. Hij let gelukkig goed op en zijn remmen zijn in orde.

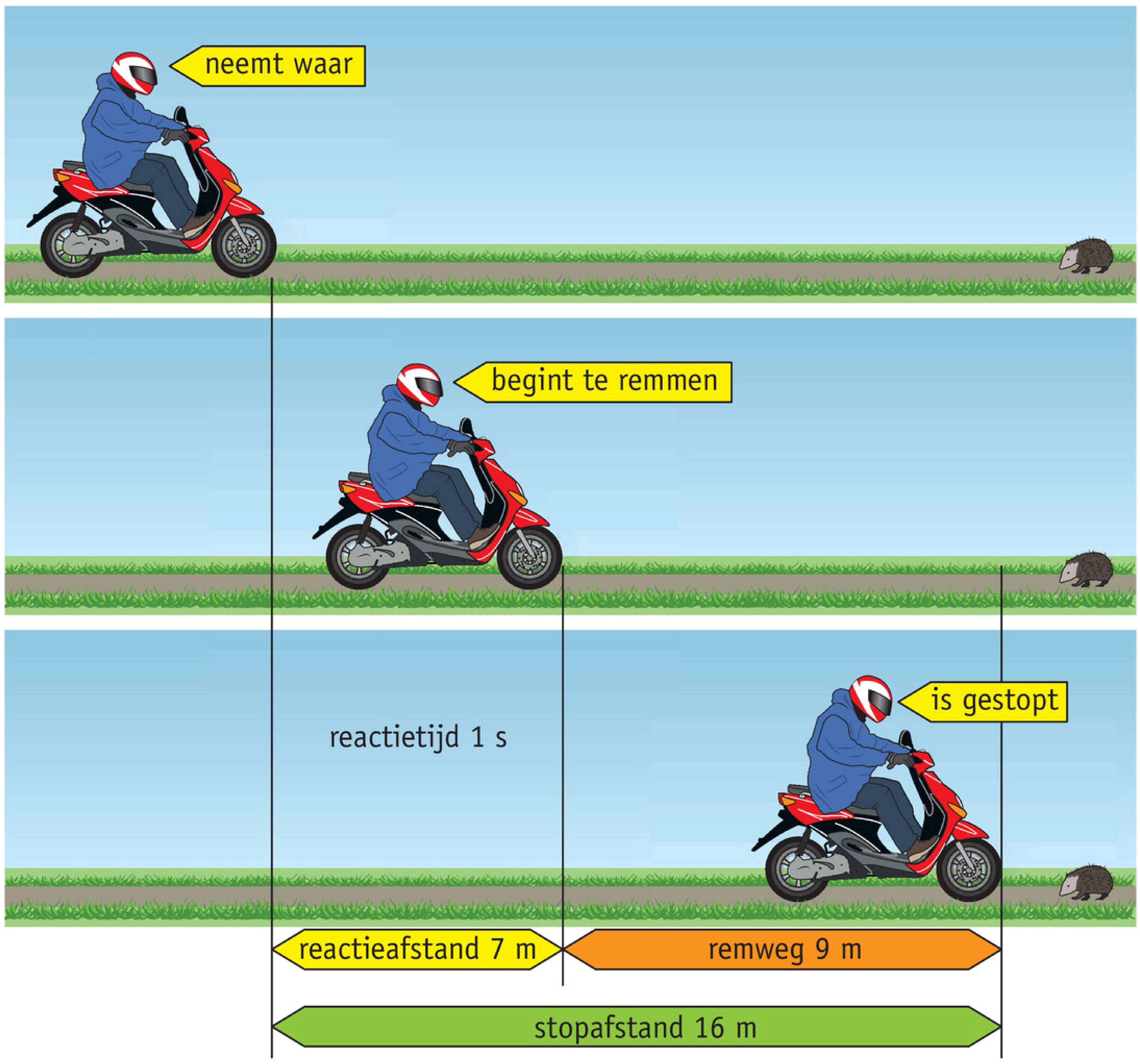
De **reactietijd** is het aantal seconden dat je nodig hebt voordat je reageert. De gemiddelde reactietijd in het verkeer is ongeveer 1 seconde.

Niet iedereen reageert even snel. Er zijn verschillende redenen dat mensen minder snel reageren. Bijvoorbeeld:
– ze letten niet goed op;
– ze zijn moe;
– ze hebben alcohol of drugs gebruikt;
– ze zijn oud (oudere mensen reageren langzamer).

Reactieafstand

Een scooter rijdt met een snelheid van 7 m/s over een weg. Plotseling steekt een egel de weg over (afbeelding 35). De bestuurder reageert zo snel mogelijk. Na 1 s begint hij te remmen.

▶ **afbeelding 35**
De reactietijd is 1 s.



De reactietijd van de bestuurder is 1 s. Tijdens de reactietijd is de snelheid van de scooter 7 m/s. Hij legt nog een afstand af voordat de remmen gaan werken. De **reactieafstand** is de afgelegde weg tijdens de reactietijd.

De reactieafstand bereken je met de formule:

reactieafstand = snelheid × reactietijd

Voor de scooter geldt:
reactieafstand = snelheid × reactietijd
reactieafstand = 7 m/s × 1 s = 7 m
De reactieafstand is 7 m.

Stopafstand

In afbeelding 35 is de reactieafstand 7 m. Als de bestuurder gaat remmen, begint de remweg. Bij een snelheid van 7 m/s is de remweg 9 m. De **stopafstand** is de totale afstand die de bestuurder aflegt tot hij stilstaat. De stopafstand bereken je met de formule:

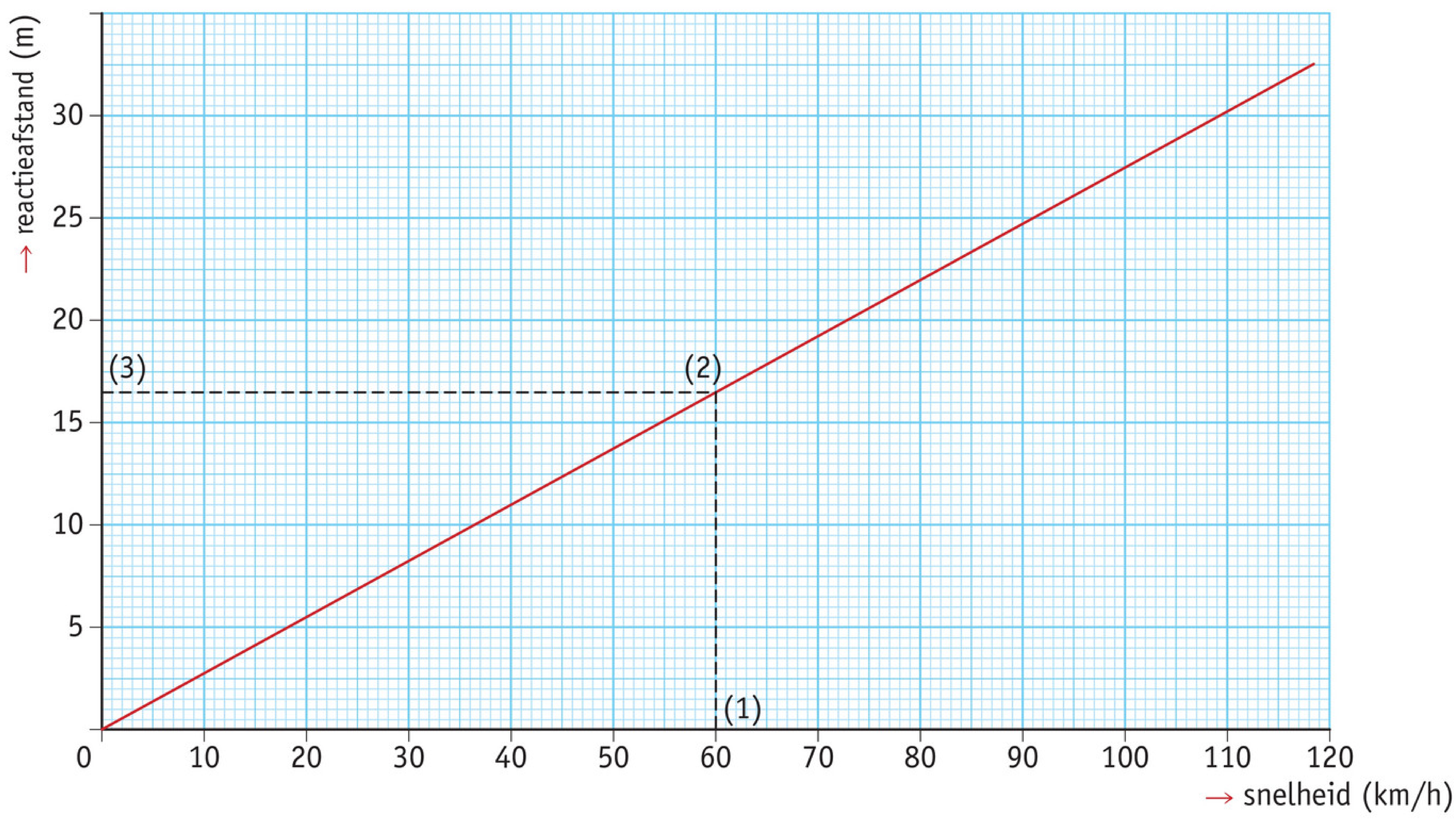
stopafstand = reactieafstand + remweg

In het voorbeeld van afbeelding 35:
stopafstand = reactieafstand + remweg
stopafstand = 7 m + 9 m = 16 m

Afbeelding 36 is een grafiek van de reactieafstand (in meter). De reactieafstand is berekend bij een reactietijd van 1 s. In de grafiek kun je de reactieafstand voor verschillende snelheden aflezen.

Voorbeeld 8
Een auto rijdt 60 km/h. De reactietijd is 1 s.
Hoe groot is de reactieafstand?

Kijk naar afbeelding 36. Zoek op de horizontale as de snelheid van 60 km/h (1).
Ga recht naar boven tot aan de rode lijn (2).
Ga recht naar links tot aan de verticale as (3).
Lees hier de reactieafstand af.
De reactieafstand is 16,5 m.



▲ **afbeelding 36**
grafiek van de reactieafstand en de snelheid (reactietijd 1 s)

Opgaven

Gebruik voor de opgaven 94 en 95 de grafiek van afbeelding 36.

94 Hoe groot is de reactieafstand bij 100 km/h?

95 Vul tabel 7 verder in.
De reactietijd is 1 s.

▼ **tabel 7** reactieafstand en snelheid bij een reactietijd van 1 seconde

snelheid (km/h)	reactieafstand (m)
10	
20	
45	
	30
	20
	10

Proef 4 Reactietijd meten

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 lat van 50 cm
- ☐ 1 schaar
- ☐ lijm
- ☐ of een lat met tijdverdeling

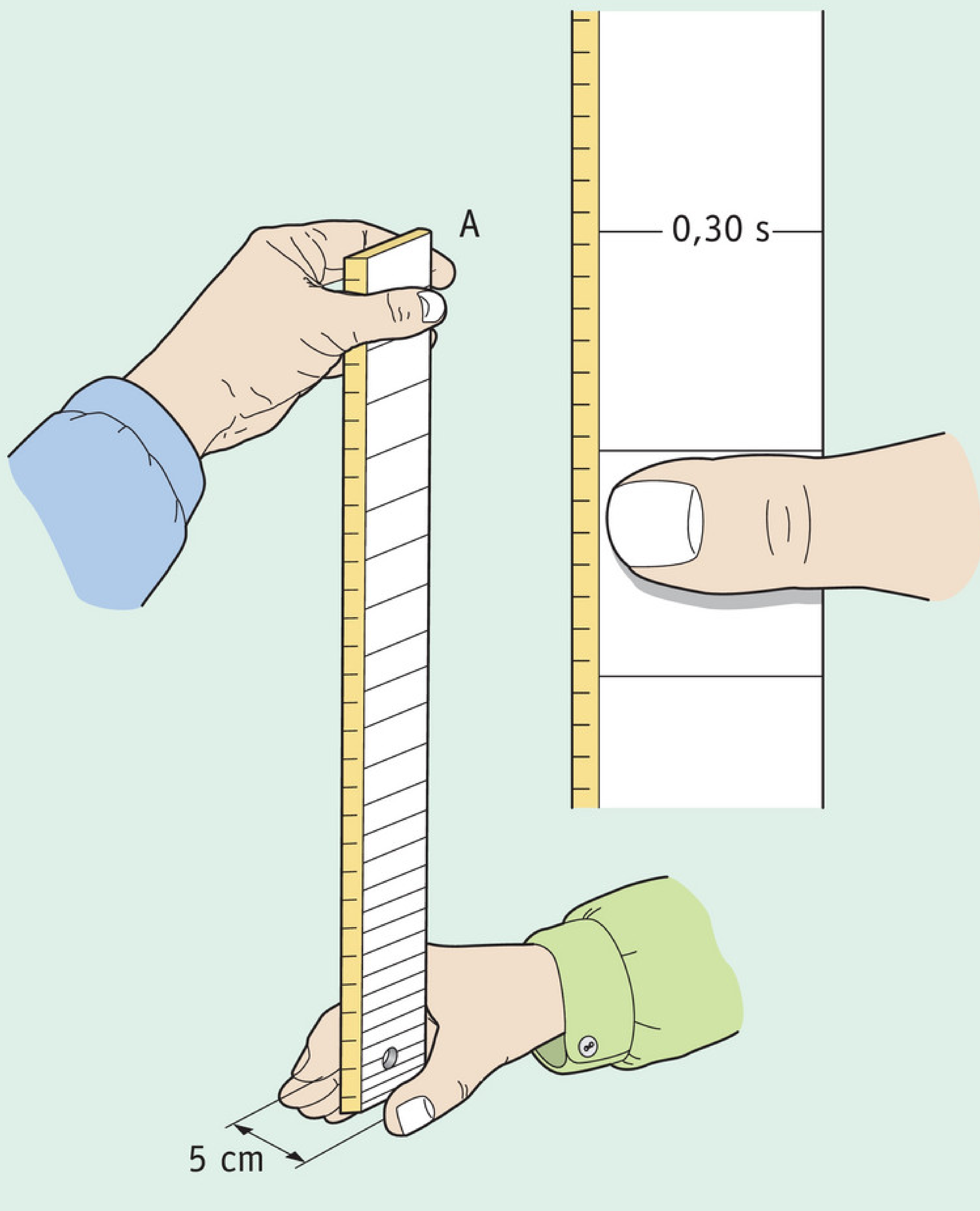
Uitvoering

Van je leraar krijg je een werkblad met een strook om de reactietijd te meten.

- Knip de strook uit het werkblad.
- Plak de strook op een lat van 50 cm lengte.

Misschien krijg je van je leraar een lat die al klaar is.

- Je doet de proef met twee personen.
- Jij neemt de test af.
- De andere leerling is de proefpersoon.
- Ga allebei staan.



▲ **afbeelding 37**
Zo begin je proef 4.

- Jij houdt de lat vast bij A (zie afbeelding 37); dat is boven aan de lat.
- De proefpersoon houdt duim en wijsvinger 5 cm uit elkaar.
- Duim en wijsvinger zijn onder aan de lat bij het nul-streepje.
- Jij laat de lat onverwacht los.
- De proefpersoon pakt de lat zo snel mogelijk tussen duim en wijsvinger.

1 Lees bij de bovenkant van de duim af hoe groot de reactietijd is.
Laat de proefpersoon de reactietijd invullen in zijn/haar tabel 8.

- Herhaal de proef nog twee keer.
- Laat steeds de gemeten reactietijd in tabel 8 invullen.

- Wissel van rol.
- Jij bent nu de proefpersoon.
- Doe de test ook drie keer.
- Vul de gemeten reactietijd in je eigen tabel 8 in.

▼ **tabel 8** de gemeten reactietijd

testnummer	reactietijd
1	s
2	s
3	s

2 Je hebt drie keer de test gedaan.
Is je reactietijd steeds hetzelfde?
Mijn reactietijd is WEL | NIET steeds hetzelfde.

3 Tel de reactietijden uit tabel 8 bij elkaar op. Gebruik hierbij je rekenmachine.

__________ + __________ + __________ = __________ s

4 Schrijf de uitkomst van vraag 3 hieronder in de formule en deel door 3.
Rond je antwoord af op 2 cijfers achter de komma.

__________ s : 3 = __________ s

5 Je hebt in vraag 4 je gemiddelde reactietijd berekend.
Hoe groot is je gemiddelde reactietijd?

__________ s

6 Kijk naar het antwoord van de leerling met wie je de proef hebt gedaan.
Is jullie reactietijd hetzelfde?
Onze reactietijd is WEL | NIET hetzelfde.

- Nu gaan jullie de proef herhalen.
- Jij moet nu tegen de proefpersoon praten als de proef wordt gedaan.

- Jullie zijn allebei een keer proefpersoon.
- Meet weer drie keer de reactietijd van elke proefpersoon.
- Vul de reactietijden van jezelf in tabel 9 in.

▼ **tabel 9** de reactietijd als je wordt afgeleid

testnummer	reactietijd
1	s
2	s
3	s

7 Tel de reactietijden van tabel 9 weer op. Gebruik hierbij je rekenmachine.

__________ + __________ + __________ = __________ s

8 Deel de uitkomst van vraag 7 door 3.
Rond de uitkomst af op 2 cijfers achter de komma.

__________ s : 3 = __________ s

9 Hoe groot is nu de gemiddelde reactietijd?

De gemiddelde reactietijd is __________ s.

10 Wat voor invloed heeft het als je wordt afgeleid?
- ☐ A Als je wordt afgeleid, is je reactietijd korter.
- ☐ B Als je wordt afgeleid, is je reactietijd langer.
- ☐ C Dat heeft geen invloed, je hebt altijd dezelfde reactietijd.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

96 De tijd die je nodig hebt voordat je reageert is de ________________________________.

97 Schrijf vier redenen op waardoor mensen minder snel reageren.

– ________________________________

– ________________________________

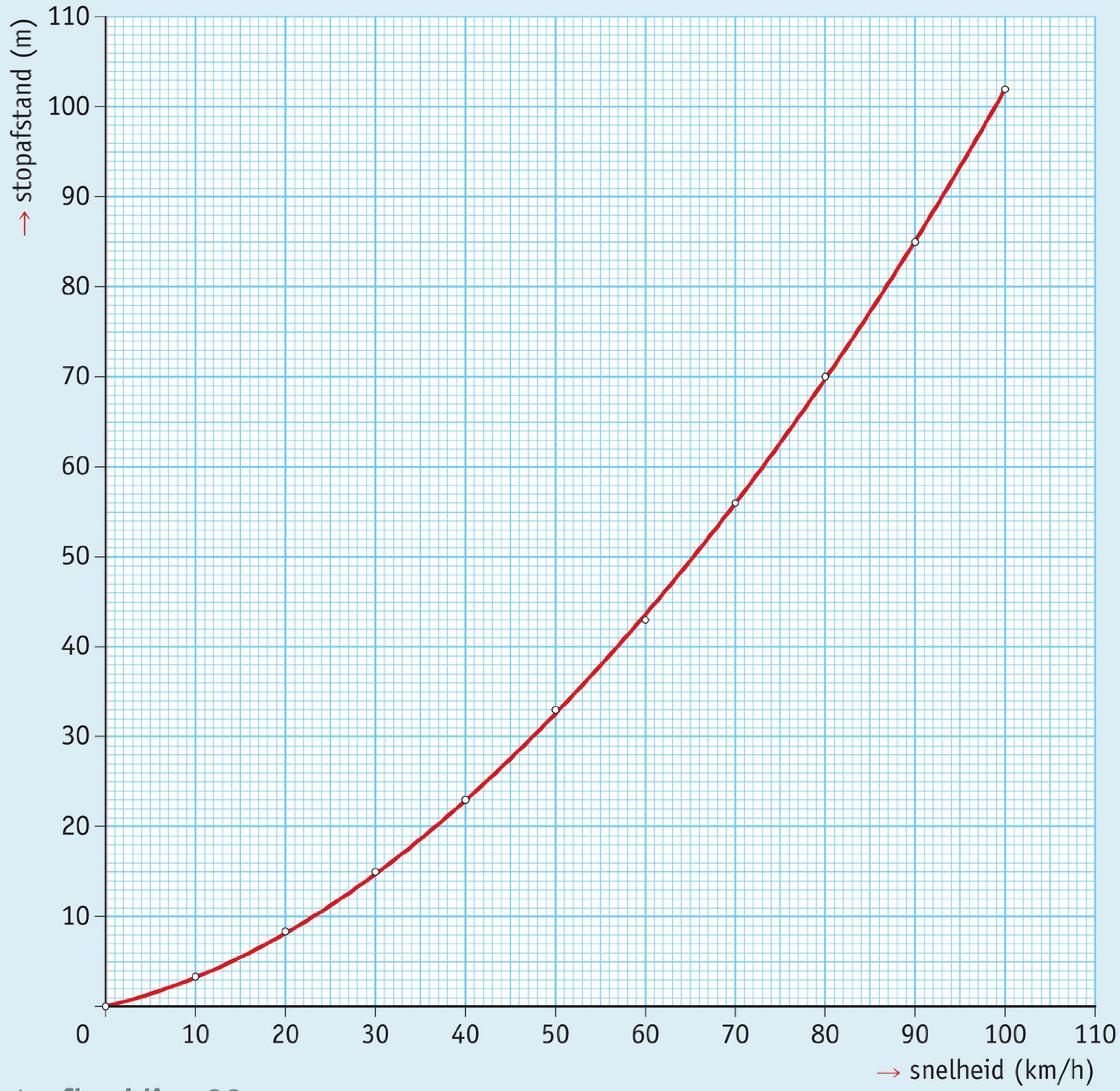
– ________________________________

– ________________________________

98 Wat gebeurt er in het verkeer met de snelheid tijdens de reactietijd?
- ☐ A De snelheid blijft gelijk.
- ☐ B De snelheid wordt groter.
- ☐ C De snelheid wordt snel kleiner.

99 Wat wordt bedoeld met de reactieafstand?

- ☐ A Dat je afstand houdt bij gevaar.
- ☐ B Dat is de afstand tijdens het remmen.
- ☐ C De afstand die je aflegt in de reactietijd.
- ☐ D De afstand die nodig is om te stoppen.

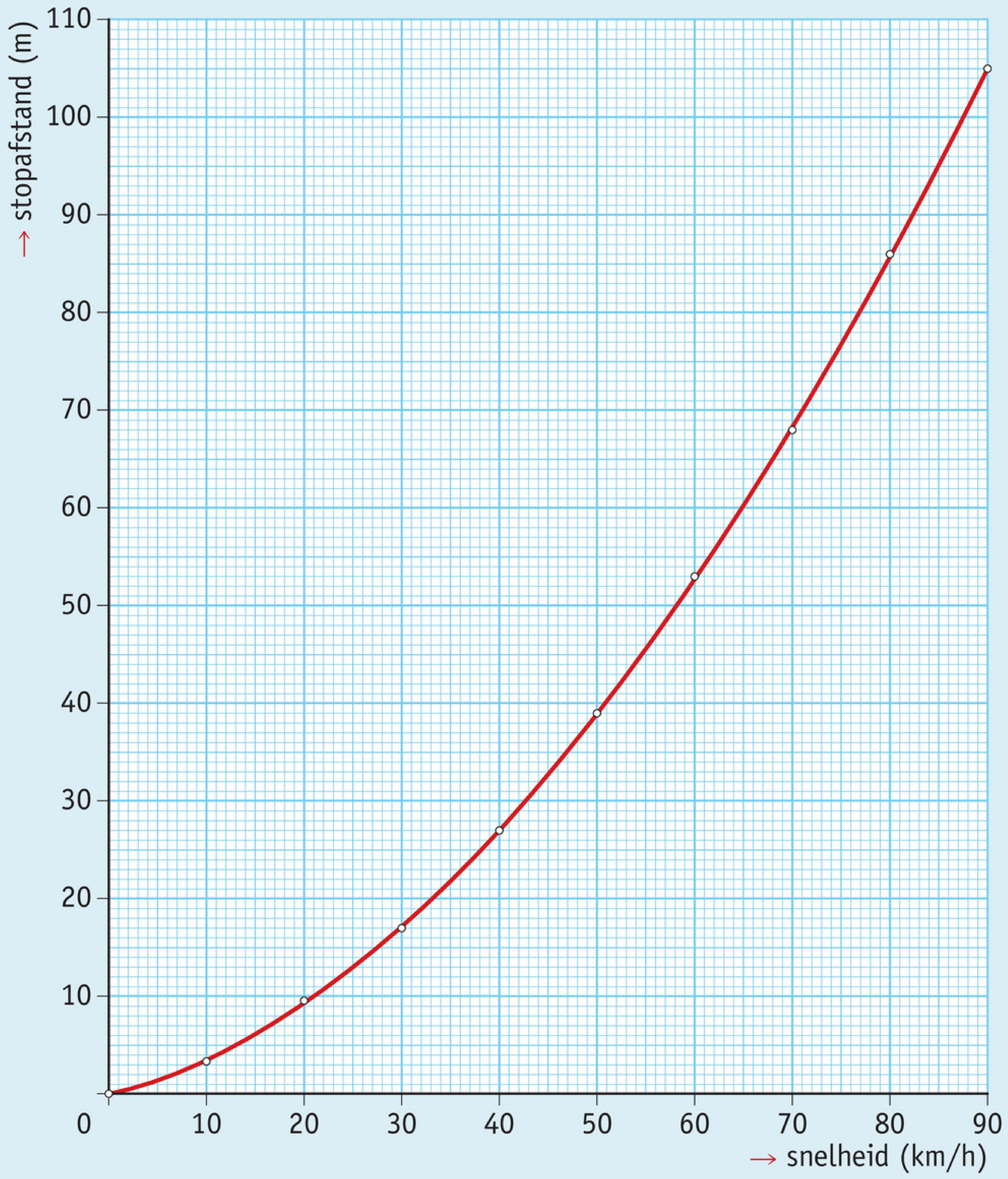


▲ **afbeelding 38**
grafiek van de stopafstand van een personenauto uitgezet tegen de snelheid

100 In afbeelding 38 is een grafiek getekend van de stopafstand van een personenauto. Vul tabel 10 verder in. Maak daarbij gebruik van afbeelding 38.

▼ **tabel 10** stopafstand van een personenauto bij een bepaalde snelheid

snelheid (km/h)	stopafstand (m)
15	
45	
95	
	30
	50
	100



▲ **afbeelding 39**
stopafstand van een vrachtauto uitgezet tegen de snelheid

101 Vul in tabel 11 de ontbrekende gegevens in.
Gebruik daarbij de grafiek van afbeelding 39.

▼ **tabel 11** de stopafstand van een vrachtauto bij een bepaalde snelheid

snelheid (km/h)	stopafstand (m)
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	

102 Kees rijdt op zijn snorfiets met een snelheid van 27 km/h (7,5 m/s).
Hij moet plotseling remmen. De reactietijd van Kees is 1,2 s.
Laat met een berekening zien dat de reactieafstand van Kees 9 m is.
Schrijf eerst de formule op.

____

reactieafstand = __________ m/s × __________ s = __________ m

103 De remweg van Kees is 7 m.
Bereken de stopafstand van Kees. Schrijf eerst de formule op.

stopafstand = ____

stopafstand = _____ m + _____ m = ______ m

104 Waarom heeft een vrachtauto een grotere stopafstand dan een personenauto?
- ☐ A De vrachtauto is langer.
- ☐ B De vrachtauto heeft een grotere massa.
- ☐ C De vrachtauto mag niet zo hard rijden als een personenauto.

105 Je ziet twee dezelfde vrachtauto's rijden. Een vrachtauto is volgeladen met zand.
De andere vrachtauto is leeg. De vrachtauto's hebben dezelfde snelheid. De remmen van beide vrachtauto's werken even goed. De chauffeurs remmen allebei met dezelfde remkracht.
Welke vrachtauto heeft de grootste stopafstand?
- ☐ A De lege vrachtauto heeft de grootste stopafstand.
- ☐ B De geladen vrachtauto heeft de grootste stopafstand.
- ☐ C De stopafstand van beide vrachtauto's is even groot.

Onthouden!

De remweg is de afstand die nodig is om af te remmen.
De remweg hangt af van:
- de snelheid;
- de massa;
- de remkracht;
- het profiel van de banden;
- het wegdek.

De reactietijd is het aantal seconden voor je reageert.
De gemiddelde reactietijd in het verkeer is 1 s.
De reactieafstand is de afgelegde weg tijdens de reactietijd.
reactieafstand = snelheid × reactietijd
De stopafstand is de reactieafstand plus de remweg.
stopafstand = reactieafstand + remweg

6 Veiligheid in het verkeer

Je kunt altijd een ongeluk krijgen. Als je zelf voorzichtig rijdt, is er misschien iemand anders die niet oplet. Je kunt jezelf beschermen tegen verwondingen.

Veiligheidsmaatregelen

Een auto die botst, heeft een hele korte remweg. Hij staat in één keer stil. De kracht bij een botsing is erg groot. De kracht op de mensen in de auto is dan ook erg groot. Die kracht wordt minder als de remweg langer is.

Daarom zijn er **veiligheidsmaatregelen**. Sommige maatregelen vergroten de remweg bij een botsing. Andere maatregelen beschermen tegen verwondingen.
Er zijn verschillende veiligheidsmaatregelen voor auto's, motoren en scooters:
- veilige snelheid (auto, motor, scooter);
- kreukelzone (auto);
- veiligheidsgordel (auto);
- hoofdsteun (auto);
- kooiconstructie (auto);
- airbag (auto, motor, scooter);
- helm (motor, scooter);
- kleding (motor, scooter).

Veilige snelheid

Voor alle voertuigen in het verkeer geldt een maximumsnelheid. Binnen de bebouwde kom mogen auto's en motoren 50 km/h rijden. De bebouwde kom begint en eindigt bij het plaatsnaambord (afbeelding 40).
Op de snelweg is dat 100 km/h, 120 km/h of 130 km/h.

▲ **afbeelding 40**
einde van de bebouwde kom

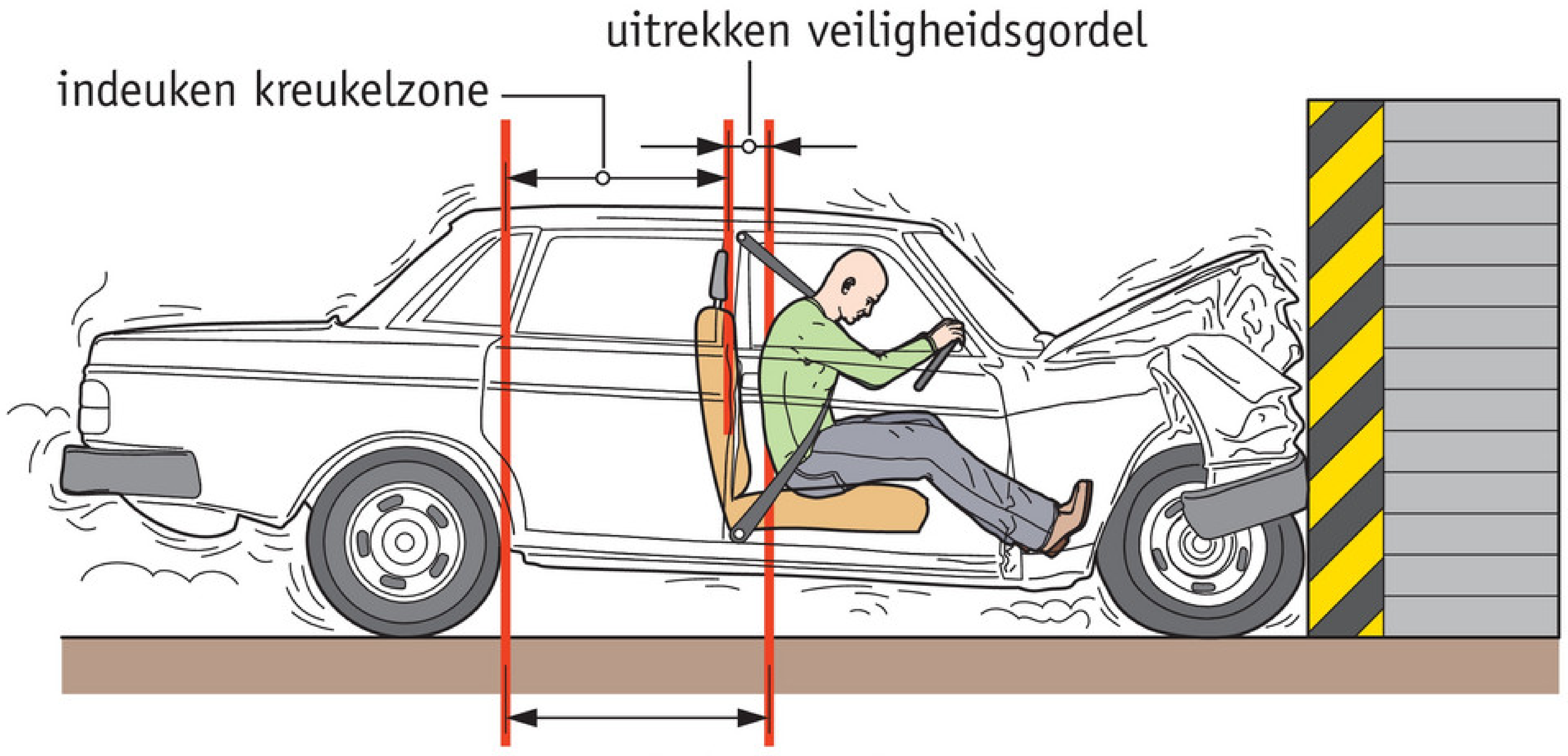
Voor bromscooters bestaan aparte snelheidsregels:
- op het fietspad binnen de bebouwde kom 30 km/h;
- op het fietspad buiten de bebouwde kom 40 km/h;
- op de rijbaan voor auto's 45 km/h.

Snorscooters mogen nergens harder dan 25 km/h.

Kreukelzone

Als een auto een aanrijding krijgt, wordt de **kreukelzone** in elkaar gedrukt (afbeelding 41). Hierdoor wordt de remweg van de auto langer. De remweg van de mensen in de auto wordt ook langer. Bij een langere remweg is de kracht kleiner. De mensen in de auto raken dan minder erg gewond.

▶ **afbeelding 41**
de kreukelzone en de veiligheidsgordel



Veiligheidsgordel

Nog een maatregel die de remweg vergroot, is de **veiligheidsgordel** (afbeelding 42). Doordat de gordel een beetje uitrekt, wordt de remweg voor de inzittende langer. Dit kun je zien in afbeelding 41.

▶ **afbeelding 42**
De veiligheidsgordel is verplicht.

De veiligheidsgordel zorgt er ook voor dat je op je stoel blijft zitten. Zonder gordel zou je door de voorruit worden geslingerd. Iedereen in de auto moet verplicht de gordel omdoen. Ook achterin.

▲ **afbeelding 43**
De hoofdsteun voorkomt beschadiging van de nek.

Hoofdsteun

Als een auto van achter wordt aangereden, klapt het hoofd van de bestuurder achterover. Daarom zit er een **hoofdsteun** op de stoel (afbeelding 43). Die houdt het hoofd tegen. De hoofdsteun voorkomt dat de nekwervels beschadigd raken. Een Engelse naam voor beschadigde nekwervels is whiplash. Genezen van een whiplash kan jaren duren.

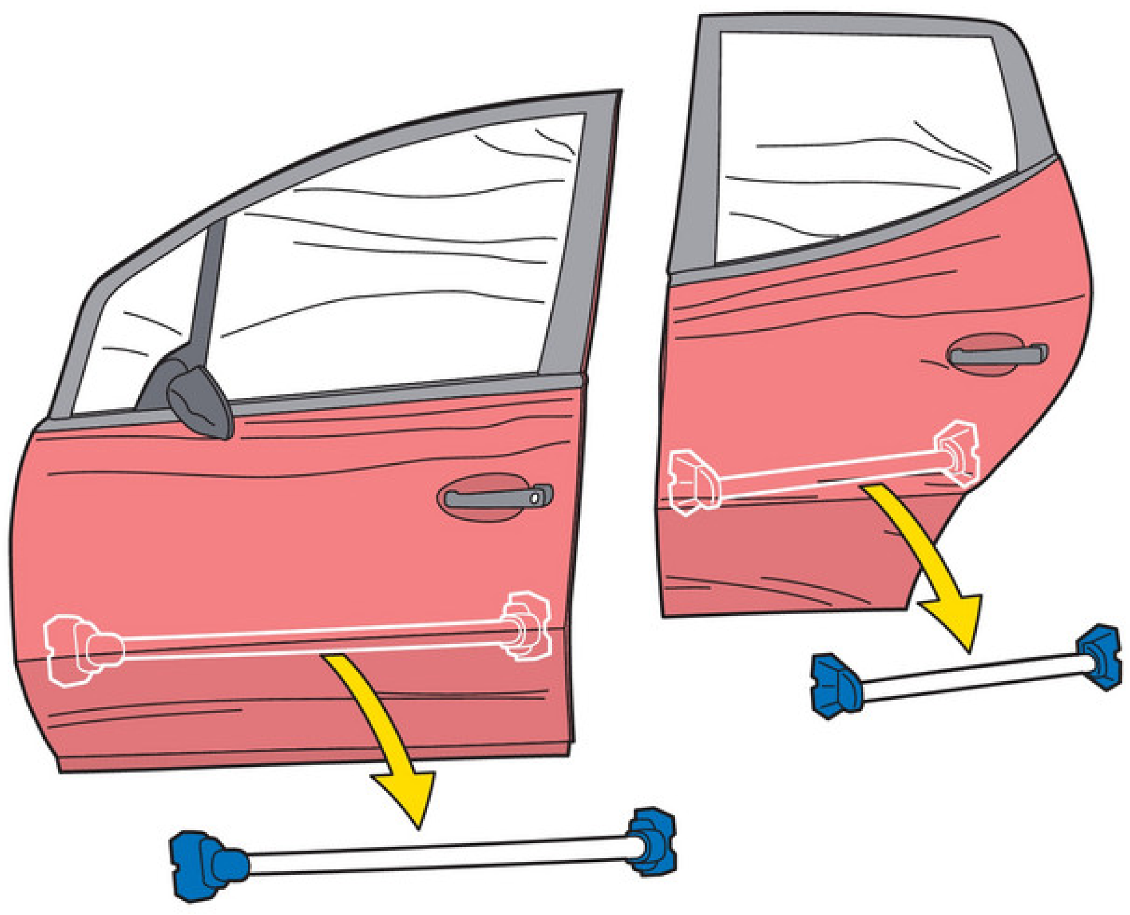
De hoofdsteun staat op de goede hoogte als de bovenkant gelijk is met de bovenkant van je hoofd.

Kooiconstructie

De kreukelzone van een auto deukt gemakkelijk in. De rest van de auto is juist gemaakt om zo stevig mogelijk te blijven. In de auto zit een **kooiconstructie** (afbeelding 44). Bij een botsing met een snelheid tot 50 km/h vervormt de kooi niet. Bij een hogere snelheid vervormen de balken wel, maar ze bieden nog steeds bescherming.

▶ **afbeelding 44**
De auto is gebouwd rond een kooiconstructie.

Aan de zijkant in de deuren zitten balken (afbeelding 45). Deze sterke balken beschermen de inzittenden bij een botsing van opzij.



▶ **afbeelding 45**
Balken in de deur beschermen bij een botsing van opzij.

▲ **afbeelding 46**
De airbag vangt het hoofd op bij een botsing.

Airbag

De **airbag** is een soort stevige ballon die automatisch meteen opblaast bij een botsing. De airbag zit in het stuur of in het dashboard van de auto (afbeelding 46). De airbag vangt het hoofd op bij een botsing van voor. Er zijn ook airbags die aan de zijkant van de stoelen zitten. Die blazen op bij een botsing van opzij.

Bij een botsing wordt een airbag in ongeveer 0,02 seconden opgeblazen.

Ook sommige motoren hebben een airbag (afbeelding 47).

▶ **afbeelding 47**
een airbag op een motor

Opgaven

106 Ongelukken in het verkeer gebeuren elke dag.
Kunnen veiligheidsmaatregelen in de auto ongelukken voorkomen?
JA | NEE, want veiligheidsmaatregelen in de auto kunnen botsingen WEL | NIET voorkomen.

107 Waarom zijn er veiligheidsmaatregelen?

____

____

108 Waarvoor dient de kreukelzone in een auto?
- ☐ A Bij een botsing wordt de remweg vergroot.
- ☐ B Bij een botsing wordt de remweg verkleind.
- ☐ C Bij een botsing wordt de reactieafstand verkleind.
- ☐ D Bij een botsing wordt de reactieafstand vergroot.

109 Wat is het voordeel van een langere remweg bij botsen?
Een langere remweg zorgt voor MEER / MINDER remkracht, waardoor er MEER / MINDER zwaargewonden zijn.

110 Wanneer is het dragen van gordels in een auto verplicht?
- ☐ A Als de auto harder rijdt dan 50 km/h.
- ☐ B Als de auto harder rijdt dan 80 km/h.
- ☐ C Als de auto harder rijdt dan 120 km/h.
- ☐ D Als je in een rijdende auto zit.

111 Wat gebeurt er als je bij een frontale botsing geen gordel om hebt?
- ☐ A Je schiet naar voren.
- ☐ B Je schiet naar achteren.
- ☐ C Je schuift opzij.

112 Een veiligheidsgordel rekt bij een botsing een beetje uit.
a De remweg wordt door het uitrekken LANGER | KORTER.
b De kracht op je lichaam wordt daardoor GROTER | KLEINER.

113 Wanneer gaat een airbag van een auto werken?
- ☐ A Als je met een auto gaat racen.
- ☐ B Als je met de auto plotseling snel moet remmen.
- ☐ C Als de auto een botsing krijgt.

114 Hoelang duurt het opblazen van een airbag ongeveer?
- ☐ A 0,02 seconden
- ☐ B 0,2 seconden
- ☐ C 2 seconden
- ☐ D 20 seconden

115 Hoe wordt een airbag opgeblazen?

___

___

116 De auto van Henk heeft een airbag. De airbag zit in het stuur.
Welk lichaamsdeel van Henk wordt bij een botsing beschermd door de airbag?

___

117 Waarom worden hoofdsteunen gebruikt?
- ☐ A Met hoofdsteunen heb je minder last van passagiers achterin.
- ☐ B Ze houden je hoofd tegen als je van achteren wordt aangereden.
- ☐ C Bij een botsing beschermen ze je voorhoofd als je achterin zit.

118 Wat kan er bij een botsing gebeuren als je geen hoofdsteunen hebt?
- ☐ A beschadiging van je achterhoofd
- ☐ B beschadiging van je nekwervels
- ☐ C beschadiging van je voorhoofd

119 Dorien is in de auto van achteren aangereden. De auto had geen hoofdsteunen.
Ze heeft pijn in haar nek.
Hoe noem je deze kwaal?

Deze kwaal noem je ___.

120 Hoelang kan het genezen van een whiplash duren?
- ☐ A Dat kan jaren duren.
- ☐ B een week
- ☐ C een maand
- ☐ D hooguit een dag

121 Op welke plaats in de auto heb je een hoofdsteun nodig?
- ☐ A achter in de auto
- ☐ B alleen achter het stuur
- ☐ C alleen naast de bestuurder
- ☐ D op alle plaatsen in de auto

122 Wat is het doel van een kooiconstructie?
- ☐ A beschermen van de bagage in de kofferruimte
- ☐ B beschermen van de mensen die in de auto zitten
- ☐ C voorkomen dat de motor kapotgaat
- ☐ D voorkomen van schade aan de auto

123 Waar zit de kooiconstructie van een auto?

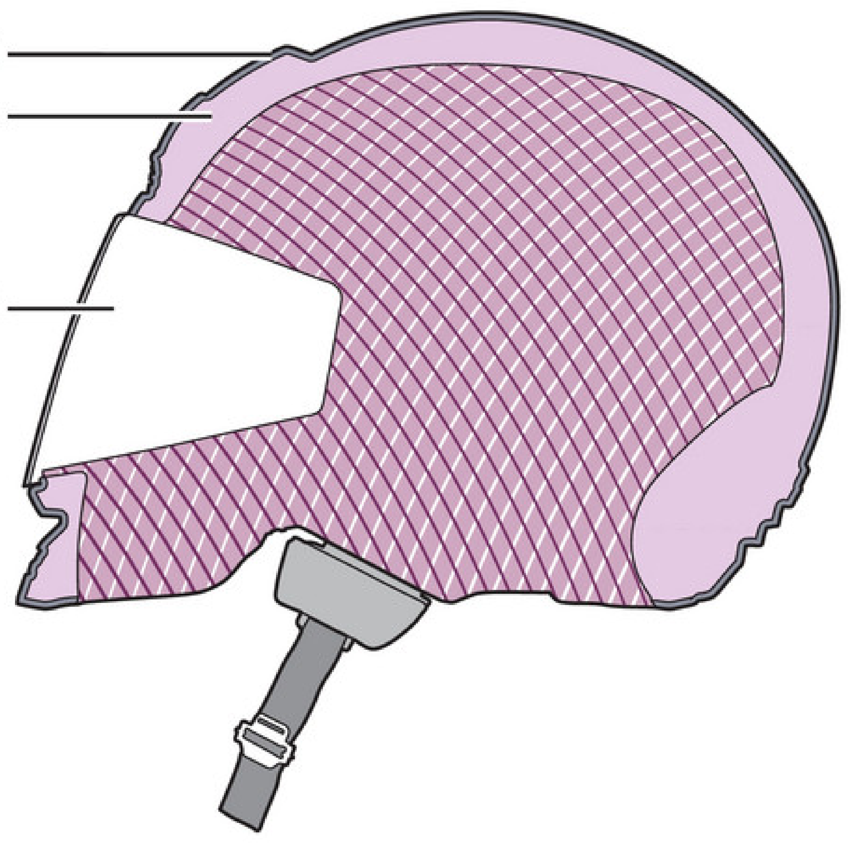
____

____

124 Waarvoor dienen de balken in de deuren van een auto?
- ☐ A De auto heeft dan een beter model.
- ☐ B De deuren gaan dan beter dicht.
- ☐ C De deuren gaan dan gemakkelijker open.
- ☐ D Je bent dan beter beschermd als je van opzij wordt aangereden.

Helm

Een veiligheidshelm is verplicht op de motor en de bromscooter. Een goede **helm** beschermt je hoofd tegen ernstige verwondingen (afbeelding 48). Een goede helm heeft:
- een harde buitenkant;
- een zachte binnenkant om de schok op te vangen;
- een plexiglas venster dat niet gemakkelijk breekt;
- een stevige band onder de kin door.



▶ **afbeelding 48**
Een goede veiligheidshelm is onmisbaar.

Kleding

Als een motorrijder valt, is er weinig dat hem beschermt. Hij heeft geen kooiconstructie of veiligheidsgordel. Daarom dragen motorrijders **beschermende kleding** (afbeelding 49). Die kleding is vaak van leer, omdat leer niet snel kapotgaat. Ook dragen motorrijders stevige laarzen en handschoenen. Zo is de kans kleiner op een verwonding bij een val.

De motorrijder in afbeelding 49 rijdt met de motor op een circuit. Hij heeft een airbag in zijn leren pak, die opblaast bij een val. Zo is hij extra goed beschermd.

▲ **afbeelding 49**
een leren motorpak met airbag

Opgaven

125 Waardoor is rijden op een scooter gevaarlijker dan rijden in een auto?
- ☐ A Scooters hebben geen veiligheidsconstructies.
- ☐ B Scooters rijden altijd harder dan auto's.
- ☐ C Scooters rijden te langzaam.
- ☐ D Scooterrijders hoeven geen verkeersregels te kennen.

126 Waardoor wordt een motorrijder beschermd? Schrijf drie dingen op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

127 Christ vindt dat zijn scooter te langzaam rijdt. Daarom laat hij de motor opvoeren.
De scooter rijdt nu een stuk sneller.
Mag Christ zijn motor opvoeren?

a Opvoeren van een motor is WEL | NIET toegestaan.
b De stopafstand wordt WEL | NIET groter als hij sneller rijdt.
c Door de grotere snelheid heeft hij MEER | MINDER kans op ongelukken.
d Bij een ongeluk raakt hij dan WEL | NIET zwaarder gewond.

128 Waarom hoeven berijders van een snorscooter of snorfiets geen helm te dragen?
- ☐ A Berijders van snorfietsen letten beter op.
- ☐ B Berijders van snorfietsen kunnen niet vallen.
- ☐ C Bij gevaar staat een snorfiets direct stil.
- ☐ D De snelheid van een snorfiets is niet zo groot.

129 Welk voordeel heeft het dragen van een helm op een scooter?

Bij een val worden de krachten op het hoofd ______________________________.

130 Welk voordeel heeft het dragen van een helm voor de hersenen?

De kans op hersenbeschadiging is hierdoor ______________________________.

131 Vind je het nodig dat een scooterrijder een helm draagt?

Ik vind dat WEL | NIET nodig, omdat ______________________________

____

____

Onthouden!

In het verkeer zijn er verschillende veiligheidsmaatregelen.
Veiligheidsmaatregelen:
- vergroten de remweg;
- beschermen de inzittenden.

Er zijn veiligheidsmaatregelen voor auto's, motoren en scooters:
- veilige snelheid (auto, motor, scooter);
- kreukelzone (auto);
- veiligheidsgordel (auto);
- hoofdsteun (auto);
- kooiconstructie (auto);
- airbag (auto, motor, scooter);
- helm (motor, scooter);
- kleding (motor, scooter).

7 Examen doen

Examenvraag 1

examen 2015, eerste tijdvak

Afstandsrecord

Een elektrische auto met de naam 'Schluckspecht E' heeft bij het afleggen van de grootste afstand op één acculading een wereldrecord gebroken.

▲ afbeelding 50

Zonder tussentijds opladen heeft de auto een afstand van 1631,5 km afgelegd. De totale tijd die nodig was voor het rijden van de nieuwe wereldrecordafstand bedroeg 36 uur en 30 minuten.

3p → Bereken de gemiddelde snelheid tijdens de rit.

____

____

____

Examenvraag 2

examen 2014, eerste tijdvak

Snelle besteller

▲ afbeelding 51

Een speciale bestelbus heeft een snelheidsrecord gehaald. De bestelbus had voor het behalen van het record een speciale motor met een vermogen van 800 pk (paardenkracht) gekregen.

1p → Wat is de natuurkundige eenheid van vermogen?

- ☐ A J
- ☐ B m/s
- ☐ C kWh
- ☐ D W

Examenvraag 3

Op topsnelheid is de snelheid constant. Je ziet een afbeelding van de bestelbus op topsnelheid met de stuwkracht.

2p → Teken de totale tegenwerkende kracht op dat moment.

▲ afbeelding 52

Antwoorden

Examenvraag 1

Reken eerst de tijd om in uren: 30 minuten = 0,5 uur.
De totale tijd in uren is dus 36,5 uur (36,5 h).
De gemiddelde snelheid bereken je met de formule (Binas tabel 7):
gemiddelde snelheid = afstand : tijd
gemiddelde snelheid = 1631,5 km : 36,5 h
gemiddelde snelheid = 44,698... km/h
Je mag dit afronden naar 45 km/h.

Examenvraag 2

A: J is de afkorting van joule en dat is een eenheid van energie.
B: m/s betekent meter per seconde en dat is een eenheid van snelheid.
C: kWh betekent kilowattuur en dat is de eenheid van elektrische energie.
D: W is de afkorting van watt en dat is de eenheid van vermogen.
D is dus goed.

Examenvraag 3
Als de snelheid constant is, is de nettokracht op de bestelbus 0 N.
De tegenwerkende kracht is daarom even groot als de stuwkracht (aandrijfkracht).
De tegenwerkende kracht moet je daarom tegengesteld tekenen aan de stuwkracht. De pijl is precies even lang als de stuwkracht en begint ook in de zwarte stip.

▲ afbeelding 53

Opgaven

naar examen 2014, eerste tijdvak

Snelle besteller

132 Op topsnelheid legt een speciale bestelbus in 146 s een afstand van 12 600 m af.
3p → Bereken zijn topsnelheid in km/h. Bereken eerst de snelheid in m/s.

examen 2014, eerste tijdvak

Noodstop

133 Bas doet mee aan een antislipcursus. Eén van de onderdelen bij het praktische deel van de cursus is het maken van een noodstop.

▲ afbeelding 54

1p → Welke van de volgende veiligheidsvoorzieningen beschermt Bas tijdens de noodstop?
- ☐ A airbag
- ☐ B hoofdsteun
- ☐ C kreukelzone
- ☐ D kooiconstructie
- ☐ E veiligheidsgordel

examen 2014, tweede tijdvak

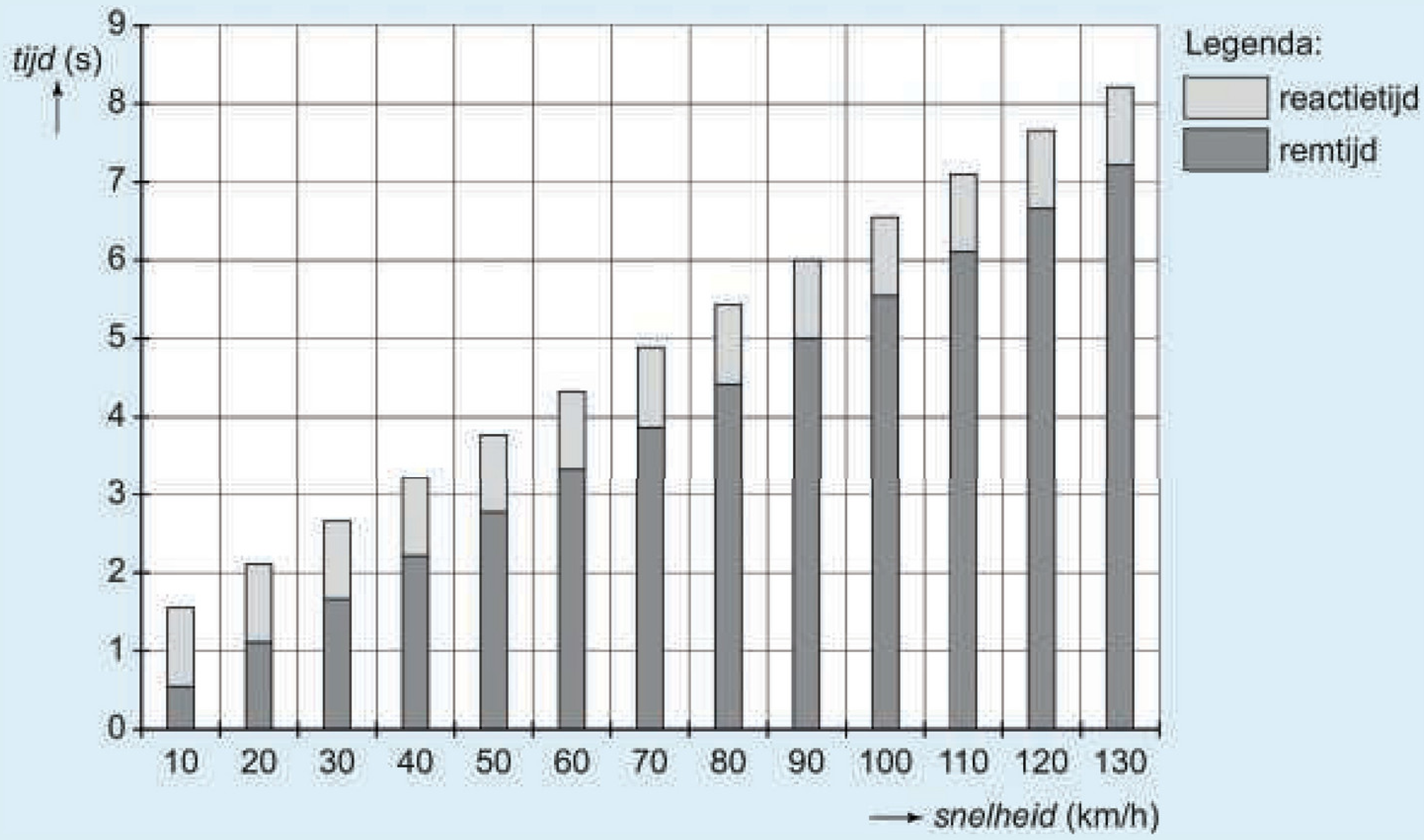
Noodstop op nat wegdek

134 Je ziet drie afbeeldingen met onder elke afbeelding de nettokracht op de auto tijdens de noodstop (afbeelding 55). De auto komt van rechts.

▲ afbeelding 55

1p → Welke situatie geeft de nettokracht op de auto tijdens het remmen juist weer?
- ☐ A afbeelding A
- ☐ B afbeelding B
- ☐ C afbeelding C

135 Bij een test is bij verschillende snelheden een noodstop gemaakt op een nat wegdek. Je ziet in afbeelding 56 een diagram met de reactie- en remtijden.



▲ afbeelding 56

1p → Wat klopt volgens het diagram over de reactietijd bij toenemende snelheden?

☐ A De reactietijd blijft gelijk.
☐ B De reactietijd neemt af.
☐ C De reactietijd neemt toe.
☐ D De reactietijd is steeds anders.

136 Volgens het diagram is bij een snelheid van 90 km/h (25 m/s) de reactietijd 1 seconde.
2p → Bereken de reactieafstand.

8 Test jezelf

Maak gebruik van je Binas.

Waar / niet waar-vragen

Bewering	waar	niet waar
1 Een voertuig gaat bewegen door aandrijfkracht.		
2 Stuwkracht is een ander woord voor aandrijfkracht.		
3 Op een rijdende auto werken tegenwerkende krachten.		
4 Als je wind mee hebt, heb je meer luchtweerstand dan met wind tegen.		
5 De remweg hangt af van de snelheid waarmee je rijdt.		
6 Snelheid is de afstand die je per seconde aflegt.		
7 In druk verkeer heb je alle soorten bewegingen.		
8 Bij een eenparige beweging blijft de snelheid constant.		
9 Bij een vertraagde beweging rijdt een voertuig langzaam, met constante snelheid.		
10 De grafiek van een vertraagde beweging is een stijgende lijn.		
11 De gemiddelde reactietijd in het verkeer is ongeveer 2 seconden.		
12 Alle mensen reageren even snel.		
13 Als je hard rijdt, is de remweg langer dan bij een lagere snelheid.		
14 Hoe groter de massa van een auto, hoe langer de remweg.		
15 Tijdens de reactietijd rem je af.		
16 stopafstand = remweg – reactieafstand		
17 Door de kreukelzone wordt bij een botsing je remweg langer.		
18 De airbag in het stuur vangt het hoofd op bij een botsing van achteren.		
19 Veiligheidsmaatregelen in de auto verkleinen de remweg bij een botsing.		
20 Er zijn motorpakken met een airbag er in.		

Examenvragen

Snel afdalen

Voor het ontsnappen uit hoge gebouwen bij een ramp is een apparaat ontwikkeld waarmee je vanuit een raam kunt abseilen (afdalen).

▲ afbeelding 57

1 Dit abseilen gebeurt met een gemiddelde snelheid van 1,8 m/s.

3p → Bereken hoeveel seconden iemand nodig heeft om van 90 m hoogte de grond te bereiken.

____

____

____

▲ afbeelding 58

2 Tijdens het abseilen is de hoogste snelheid 2,4 m/s.

3p → Hoe groot is die snelheid in km/h?

____

____

____

____

Examen 2013, eerste tijdvak

Toeren

3 Een auto rijdt met constante snelheid over de snelweg. Je ziet drie situaties waarbij onder de afbeelding de nettokracht op de auto is weergegeven. De auto komt van rechts.

1p → Welke situatie geeft de nettokracht op de auto juist weer?

▲ afbeelding 59

☐ A afbeelding A
☐ B afbeelding B
☐ C afbeelding C

Naar: Examen KB 2013, eerste tijdvak

Remmen

▲ afbeelding 60

4 Stefanie rijdt 120 km/h (33 m/s) op een snelweg. Plotseling ziet ze een rotsblok op de weg liggen. Na 0,8 seconde trapt ze op de rem.

3p → Bereken de reactieafstand van Stefanie.

____

____

____

____

5

1p → Hoe noem je de tijd die Stefanie erover doet voordat ze op de rem trapt?

- ☐ A reactietijd
- ☐ B remtijd
- ☐ C stoptijd

6

1p → Tijdens het afremmen schuift de telefoon van Stefanie van de passagiersstoel af en valt op de bodem.
Noteer het natuurkundige begrip dat er de oorzaak van is dat de telefoon van de stoel afschuift.

____

Naar: Examen 2013, eerste tijdvak

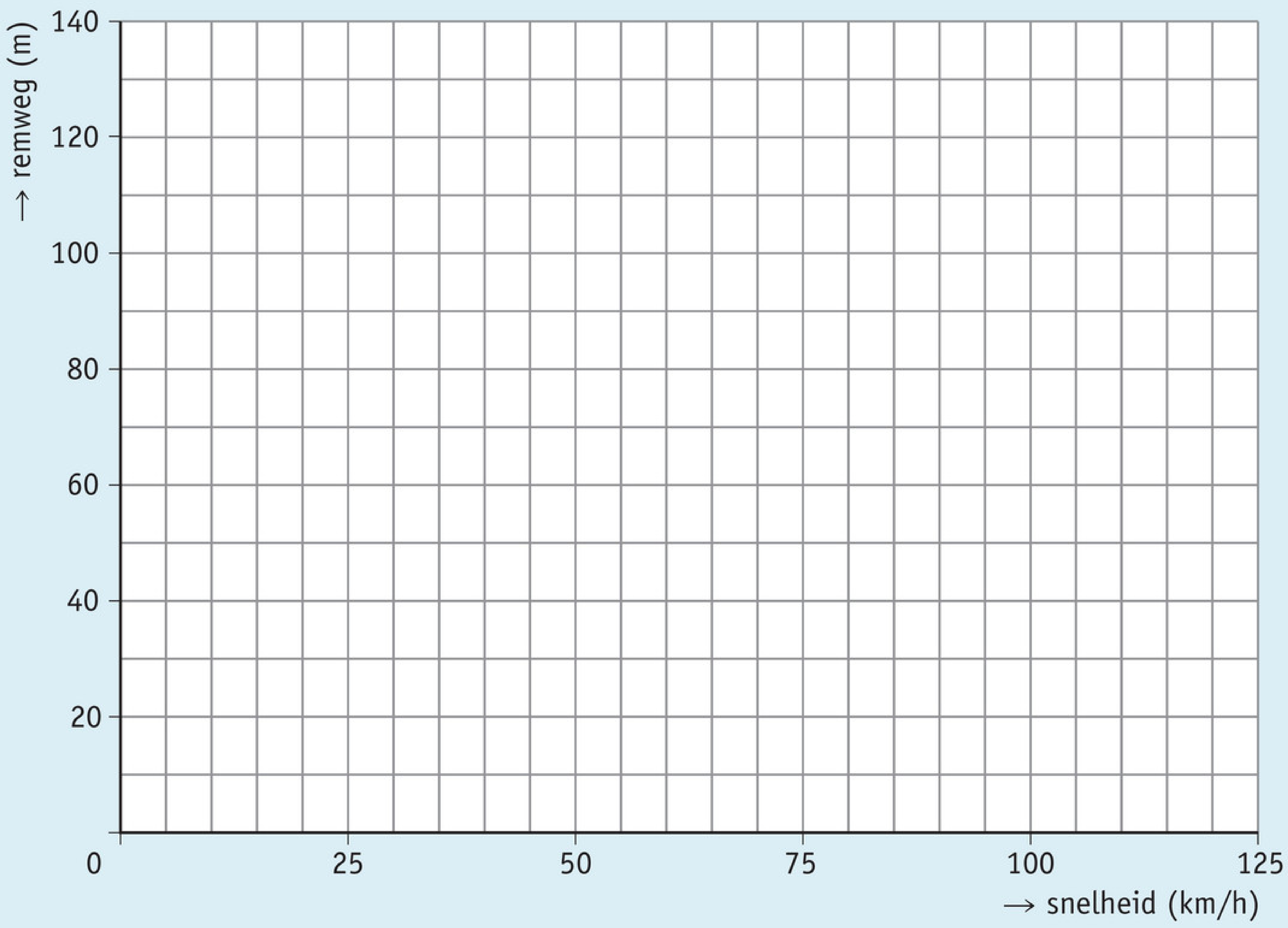
Zicht bij weinig licht

7 Bernard heeft een nieuwe auto gekocht.
In tabel 12 staat de remweg van deze auto bij verschillende snelheden.
3p → Teken in het diagram in afbeelding 62 de grafiek van de remweg tegen de snelheid.

▲ afbeelding 61

▼ tabel 12

snelheid (km/h)	remweg (m)
0	0
25	5
50	20
75	45
100	80
125	125



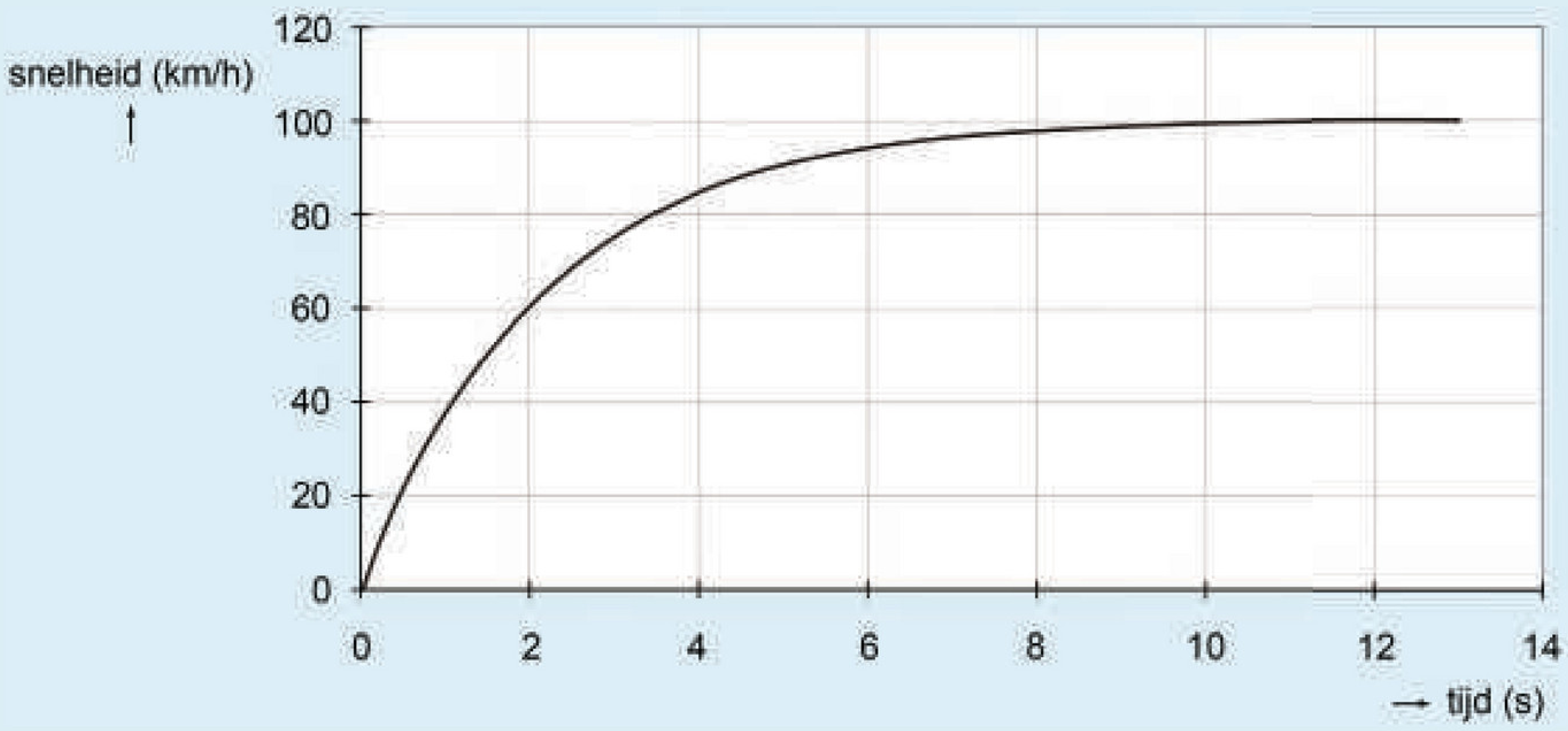
▲ afbeelding 62

8 Bernard rijdt met een snelheid van 80 km/h (22 m/s) in het donker. De reactieafstand van Bernard is bij deze snelheid 19 meter.
3p → Bereken de stopafstand van Bernard bij deze snelheid. Gebruik je grafiek om de remweg bij de snelheid van 80 km/h te bepalen.

Naar: Examen KB 2012, eerste tijdvak

Autotest

9 De auto trekt in 10,4 s op van 0 tot 100 km/h.
In afbeelding 63 staat de snelheid,tijd-grafiek van dit optrekken.



▲ afbeelding 63

1p → Tussen welke snelheden trekt de auto het snelst op?
- ☐ A tussen 0 en 50 km/h
- ☐ B tussen 50 en 100 km/h
- ☐ C De auto trekt bij elke snelheid even snel op.

Examen 2011, eerste tijdvak

Thalys

10 De hogesnelheidstrein in Frankrijk haalt op een bepaald traject een gemiddelde snelheid van 360 km/h. Maar daarvoor moet de trein eerst op snelheid komen.

1p → Wat kun je zeggen over de luchtwrijving en de resulterende kracht bij toenemende snelheid van de trein?
- ☐ A De luchtwrijving neemt af, de resulterende kracht wordt kleiner.
- ☐ B De luchtwrijving neemt af, de resulterende kracht wordt groter.
- ☐ C De luchtwrijving neemt toe, de resulterende kracht wordt kleiner.
- ☐ D De luchtwrijving neemt toe, de resulterende kracht wordt groter.

▲ afbeelding 64

Examen 2010, eerste tijdvak

Register

Colofon

Auteurs:
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

Met medewerking van:
M. Hordijk

Ontwerp:
Uitgeverij Malmberg, Den Bosch

Ontwerp omslag:
Buro De Kuijper in samenwerking met
Uitgeverij Malmberg

Foto omslag:
Shutterstock

Opmaak:
Pointer grafische vormgeving, Geldrop

Beeldresearch:
B en U International Picture Service, Amsterdam

Foto's:
123RF; Alamy, Abingdon; ANP Photo, Rijswijk; Corbis; Dreamstime; Imageselect, Wassenaar; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam; sciencenotes.org; Shutterstock

Illustraties:
Erik Eshuis Infographics, Groningen

Openingsbeelden binnenwerk:
Hollandse Hoogte en Shutterstock

ISBN 978 90 345 8768 8
Vierde editie, derde oplage

MALMBERG

AUTEURS:
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

EINDREDACTIE:
J. van Gemert
T. Jacobs

MET MEDEWERKING VAN:
M. Hordijk

ISBN 978 90 345 8768 8
9 789034 587688
553798

MALMBERG